النموذجية في الكيمياء



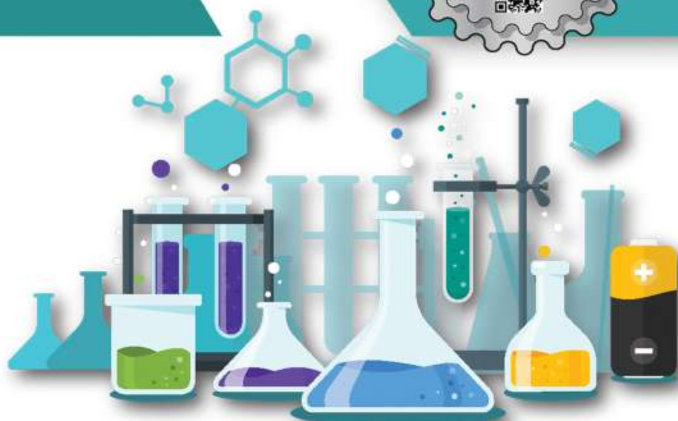
الجزء الثاني



للصف السادس العلمي
الاحيائي

اعداد الاستاذ
حبيب الجنابي
07725746075





- شرح مفصل للمادة
- رسوم توضيحية
- حل اسئلة الكتاب



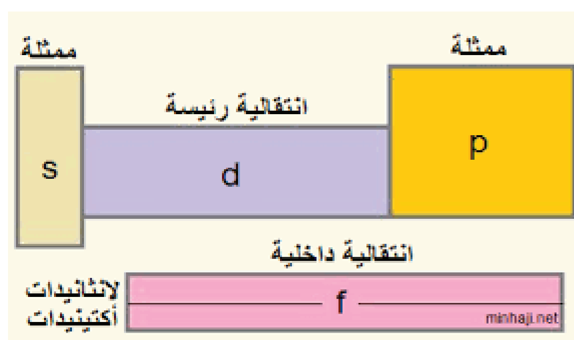
1242



الفصـــل الخامس

الكيمياء التناسقية

اعداد الاستاذ حبيب الجنابي



2020



المقدمة:

الكيمياء التناسقية: وهي ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية تهتم بدراسة المركبات التناسقية (المركبات المعقدة) وصفاتها وخواصها المغناطيسية والوانها المختلفة .

اهمية المركبات التناسقية: لها دوراً مهماً في الصناعة والزراعة والطب والصيدلة مثال الهيموغلوبين والكلوروفيل وفيتامين $B12$.

س/ ماهي العناصر التي تكون المركبات المعقدة ؟

ج/ هي معظم العناصر الفلزية ومنها العناصر الانتقالية (التي تكون الذرة المركزية) .

العنصر الانتقالي: وهو العنصر الذي يكون فيه الغلاف الثانوي d او f مملوء جزئياً اما في حالته الحرة او احد مركباته .

اقسام العناصر الانتقالية:

1) عناصر مجموعة d او العناصر الانتقالية الرئيسية: وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر .
2) عناصر مجموعة f او العناصر الانتقالية الداخلية: وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصر .

مميزاتها:



1) لها حالات اكسدة متعددة ، اي للعنصر الواحد اكثر من حالة اكسدة.
2) تمتاز مركباتها بالصفات البارامغناطيسية وذلك لوجود الكترونات منفردة في الاغلفة d او f.
3) العديد من مركباتها ملونة .
4) لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

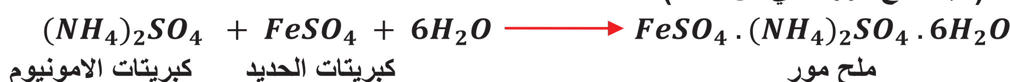
الملح المزدوج والمركب التناسقي:

الملح المزدوج: (2013/د3) (عرف 2014 /تمهيدي)(2016 /د2) (2017 /د 1)(2019 /تمهيدي)

تعريفه: وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة .

مثال: ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

تحضيره: يحضر ملح مور من مزج محلول ملح كبريتات الامونيوم مع محلول ملح كبريتات الحديد (II) وهما ملحين بسيطين ومستقرين ثم تبخير المحلول (حيث ملح مور خالي من الماء) .



$$\underset{\text{كبريتات الامونيوم}}{(NH_4)_2SO_4} + \underset{\text{كبريتات الحديد}}{FeSO_4} + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{ملح مور}}{FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . 6H_2O}$$

توضيح: اي عند اذابة ملح مور (وهو ملح مزدوج) في الماء فانه يعطي كافة الايونات المكونة له (Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}) ويمكن الكشف عن كل ايون بطرائق الكشف الشائعة :



$$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2NH_4^+ + 2SO_4^{2-}$$

المركب التناسقي:

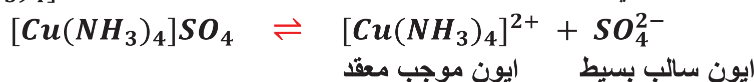
تعريفه: هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ، اي ان الصفات المستقلة تختفي لبعض الايونات .

مثال: $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

تحضيره: اضافة الامونيا الى محلول كبريتات النحاس

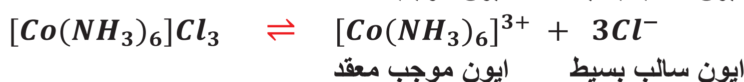
$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

توضيح: فعند اذابة المركب التناسقي $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ فانه لن يعطي الايونات (Cu^{2+} و SO_4^{2-}) بل يعطي ايون SO_4^{2-} فقط وبالتالي يعطي كشفاً لايون SO_4^{2-} ولايعطي كشفاً لايون Cu^{2+} لانه يوجد ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ وكالاتي:



$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons \underset{\text{ايون موجب معقد}}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} + \underset{\text{ايون سالب بسيط}}{SO_4^{2-}}$$

مثال:



$$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \rightleftharpoons \underset{\text{ايون موجب معقد}}{[Co(NH_3)_6]^{3+}} + \underset{\text{ايون سالب بسيط}}{3Cl^-}$$

- ويمكن للمركب التناسقي ايضاً ان يتكون من ايون معقد سالب وايون موجب بسيط:



$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons \underset{\text{ايون موجب بسيط}}{3K^+} + \underset{\text{ايون سالب معقد}}{[Fe(CN)_6]^{3-}}$$



س/ لاتذوب المركبات التناسقية الاتية في الماء $[Ni(CO)_4]$ و $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك لعدم قدرتها على التاين وبالتالي لن تعطي ايونات عند وجودها في الماء اي انها مركبات متعادلة .

مثال 1-5

وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟ (1د/ 2014) (1د/ 2015- خاص + (3د/ 2016) فقط الشق الاول من السؤال) (1د/ 2016- فقط الشق الثاني من السؤال) (2018 د/ 2- خ ق-$[NiCl_4]$ Na_2)

الحل:

1) يتكون المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ من مزج محلولي كبريتات الحديد (II) وكبريتات الامونيوم :

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4\,.\,(NH_4)_2SO_4$$

والمركب الناتج هو ملح مور لانه عند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي (Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}) ، ويتم التاكد من وجودها في المحلول بأستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها ولذلك يصنف المركب كملح مزدوج .

2) اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء $K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$
فإنه يعطي كشفاً لايون K^+ فقط واختفاء ايونات Fe^{3+} و CN^- اي لا يعطي كشفاً لهما لذلك يصنف كمركب تناسقي .

ملاحظة: الايون الذي يعطي كشفاً هو الايون البسيط اما الذي لا يعطي كشفاً فهو يوجد ضمن الايون المعقد .

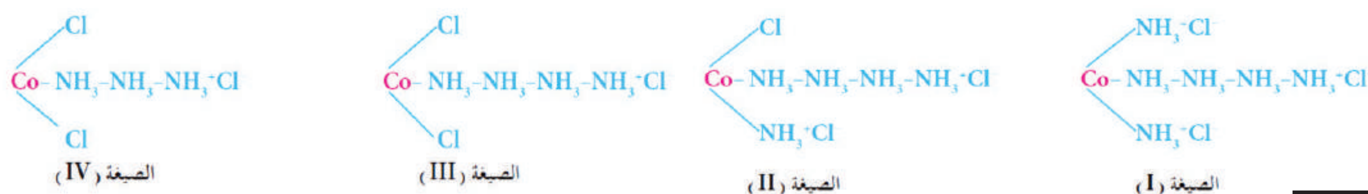
تطور الكيمياء التناسقية

بعد تحضيرالمركب كلوريد سداسي امين الكوبلت (III) $CoCl_3.6NH_3$ وذلك من اتحاد $CoCl_3$ مع NH_3 وكلاهما مركبان مستقران ولهما تكافؤ مشبع ، ظهرت عدة نظريات لتفسير سبب اتحاد مركبين مستقرين وتكوين مركب مستقر ايضاً ومنها:

1) نظرية السلسلة:

تعريفها: وهي النظرية التي تفسر تكوين المركبات التناسقية بأفتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفاً في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ ، وهي النظرية التي اقترحت من قبل احد العلماء في السويد .

ملاحظة:
1) اقترح العالم السويدي ان الكوبلت (III) يكون ثلاث اواصر فقط في معقداته .
2) الاعتماد على نوع واحد من التكافؤ . وحسب الصيغ الاربعة الاتية:



توضيح: حول نظرية السلسلة للصيغ الاربعة:

1) الصيغة (I) $(CoCl_3.6NH_3)$: ايونات الكلوريد غير مرتبطة مباشرة بالكوبلت ولهذا فان جميع ايونات الكلوريد تترسب بسرعة على شكل كلوريد الفضة $AgCl$ (راسب ابيض) عند اضافة محلول نترات الفضة $AgNO_3$.
2) الصيغة (II) $(CoCl_3.5NH_3)$: يرتبط ايون كلوريد واحد مباشرة بالكوبلت والذي لايترسب عند اضافة نترات الفضة ، بينما يترسب ايوني الكلوريد الاخر بسهولة .
3) الصيغة (III) $(CoCl_3.4NH_3)$: يرتبط ايونين من الكلوريد مباشرة بالكوبلت وهما لايترسبان امـــــا ايون الكلوريد الثالث فهو غير مرتبط بشكل مباشر لذلك فهو يترسب عند اضافة نترات الفضة .
4) الصيغة (IV) $(CoCl_3.3NH_3)$: وهي الصيغة المشابهة للصيغة اعلاه للمركب $CoCl_3.4NH_3$ والتي من المفترض ان يتكون راسب ولكن وجد بانه لا يعطي راسباً عند اضافة محلول نترات الفضة إليه وهذا احد اسباب فشل نظرية السلسلة

س/ فشل نظرية السلسلة ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك لانها لم تنجح في تفسير كافة الخواص لهذا النوع من المركبات حيث انها لم تستطيع تفسير سبب عدم ترسب ايون الكلوريد للمركب في المركب $CoCl_3.3NH_3$ اضافة الى انها اعتمدت على نوع واحد من التكافؤ .

2) نظرية فرنر التناسقية:

تعريفها: وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ، تكافؤ اولي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق . ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافوئين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة امـــــا التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة .

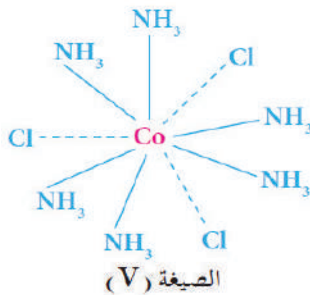
فرضيات نظرية فرنر:

1) تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ هما:
- تكافؤ اولي متأين ويمثل بخط متقطع (_ _ _ _ _ _ _) ويعرف بحالة التأكسد .
- تكافؤ ثانوي غير متأين يمثل بخط متصل (————) ويعرف بالعدد التناسقي .

2) يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد اشباع كلا التكافوئين ، حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة امـــــا التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة (ليكندات) .

3) تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي حول ايون الفلز المركزي .

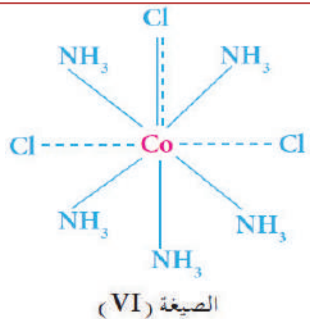
وقد مثل فرنر التأصر بين الكوبلت وايونات الكلوريد وجزيئات الامونيا بالصيغ الاتية:



الصيغة (V)

1) الصيغة (V): $CoCl_3.6NH_3$

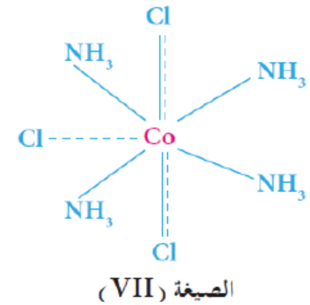
تعمل ايونات الكلوريد الثلاثة على اشباع التكافؤ الاولي للكوبلت(+3)(حالة التأكسد) وترتبط معه بأواصرايونية (خارج المجال التناسقي) اي بالمجال الايوني والتي تترسب جميعهاعند اضافة $AgNO_3$ امـــــا التكافؤ الثانوي(عدد التناسق) فيتشبع من قبل جزيئات الامونيا الست (الليكندات) وترتبط معه بأواصر تناسقية لذلك يمكن التعبير عن الصيغة اعلاه بالصيغة الجزيئية $[Co(NH_3)_6]Cl_3$



الصيغة (VI)

2) الصيغة (VI): $CoCl_3.5NH_3$

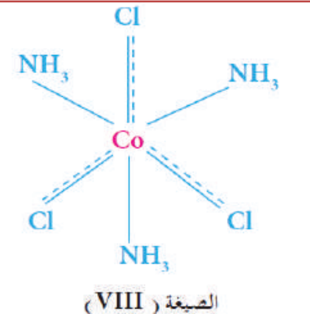
يقوم احد ايونات الكلوريد بأشباع كلا التكافوين الاولي والثانوي ويعبر عن الاصرة التي تربطه بالفلز بـ (———) ولهذا فأيون الكلوريد لايترسب عند اضافة محلول نترات الفضة كونه اصبح مرتبطاً ارتباطا قويا مباشرا بذرة الكوبلت داخل المجال التناسقي ، امـــــا ايوني الكلوريد في خارج المجال التناسقي فانهما يترسبان ويعبر عن المركب بالصيغة الجزيئية $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (الصيغة فراغات – 1د/ 2019)



الصيغة (VII)

3) الصيغة (VII): $CoCl_3.4NH_3$

يقوم اثنان من ايونات الكلوريد باشباع كلا من التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي ولهذا فإنهما يرتبطان بقوة في مجال التناسق اي لايترسبان امـــــا ايون الكلوريد الثالث فهو الذي يترسب لانه يوجد خارج مجال التناسق ، ويعبر عنه بالصيغة الجزيئية $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$



الصيغة (VIII)

4) الصيغة (VIII): $CoCl_3.3NH_3$

في هذا المركب ترتبط ايونات الكلوريد الثلاثة مباشرة بايون الكوبلت اي تقوم بأشباع كلا من التكافئين الاولي والثانوي اي الايونات الثلاثة توجد ضمن المجال التناسقي لذلك فانها لاتترسب (لانها لا تتأين) ، وهذا عكس ما توقعته نظرية السلسلة وهذا هو سبب نجاح نظرية فرنر التناسقية وفشل نظرية السلسلة (علل) ؟ ويعبر عنه بالصيغة الجزيئية $[Co(NH_3)_3Cl_3]$



ملاحظات حول فقرة نرز:

1) المركبات الثلاث الاولى تعطي راسباً لانها تتأين لتعطي ايونات موجبة و سالبة اما المركب الاخير فهو متعادل ولايتأين(لايعطي راسب)
2) التكافؤ الاولي يساوي شحنة او عدد تأكسد الايون المركزي .
3) التكافؤ الثانوي يساوي عدد الليكندات او عدد الاواصر التناسقية .
4) مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب التناسقي المتعادل تساوي صفر .
5) مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في الايون المعقد يساوي شحنة الايون .

توضيح **حول ترسيب ايون الكلور:**

1) $[Co(NH_3)_6]Cl_3 \longrightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$
2) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2 \longrightarrow [Co(NH_3)_5Cl]^{2+} + 2Cl^-$
3) $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl \longrightarrow [Co(NH_3)_4Cl_2]^{+} + Cl^-$
4) $[Co(NH_3)_3Cl_3] \longrightarrow$

تترسب (1–3)

لاتذوب في الماء - لاتتأين – لاتعطي راسب – متعادلة (4)

مثال 2-5

ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبين الاتيين:

1) $K_4[Fe(CN)_6]$ 2) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (معلومة: CN^- ليكند سالب)

الحل:

1) $K_4[Fe(CN)_6]$ (1د/ 2019)

نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$

امــــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{4-}$ فله شحنة مقدارها (-4) ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

$X + (-1 \times 6) = -4 \Rightarrow X - 6 = -4 \Rightarrow X = +2$

∴ التكافؤ الاولي = $+2$

التكافؤ الثانوي = 6 وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

2) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (1د/2013) (2016 /تمهيدي)

ايون النترات NO_3^- هو الايون البسيط وله شحنة (-1)

امــــا الايون المعقد $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ فله شحنة مقدارها $(+3)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي:

$X + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3$

∴ التكافؤ الاولي = $+3$

التكافؤ الثانوي = 6

تمرين 1-5

كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ ؟

الحل: (2014 /د2- خاص) (2017 /د 1- خ ق) (2015 /د2 – املأ الفراغات) (2017 /د 1 خارج القطر)

نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$

امــــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ فله شحنة مقدارها (-3) ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$

∴ التكافؤ الاولي = $+3$

التكافؤ الثانوي = 6 وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

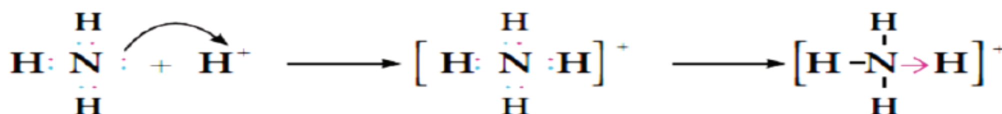
حوامض وقواعد لويس:

حامض لويس: هو المادة التي لها القابلية على اكتساب المزدوجات الالكترونية وذلك لاحتوائها على اوربيتالات فارغة كما في ايونات العناصر الانتقالية مثال (Co^{3+} Cu^{2+} Ag^{+}) .

قاعدة لويس: وهي المادة لها القابلية على منح مزدوجات الكترونية (واحد او اكثر) غير مشتركة وتسمى بالليكندات مثال الامونيا NH_3 : والماء H_2O .

الاصرة التناسقية: وهي الاصرة التي تتكون عند منح ذرة لمزدوج الكتروني واحد او اكثر (مزدوج غير مشترك) لذرة اخرى تمتلك اوربيتال فارغ ويعبر عنها بسهم (⟶) يتجه من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبلة .

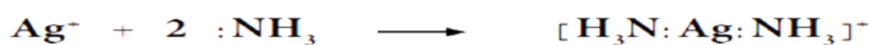
مثال:



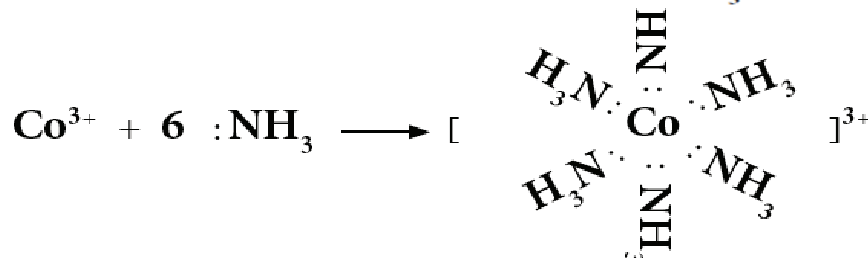
توضيح:

معقد تناسقي(ايون معقد) ⟵ قاعدة لويس (ليكندات) + حامض لويس (ايون مركزي)

امثلة:







س/ تعد الامونيا NH_3 والماء H_2O من قواعد لويس اما الميثان CH_4 فلا يعد من قواعد لويس ، علل ذلك ؟

ج/ الامونيا والماء من قواعد لويس وذلك لانها تمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك وتستطيع تمنحه لحامض لويس امــــا الميثان فلا يمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك لذا فلا يعد من قواعد لويس .

مصطلحات المركبات التناسقية:

1) **الليكند:** جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر للمزدوجات الالكترونية وعندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخلب ، وهومن قواعد لويس . (2014 /د2- خاص)

2) **الايون المركزي:** وهو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ، وتكون عادة فلزاً انتقالياً يحتوي على اوربيتالات فارغة ويرتبط مع الليكندات بأصرة تناسقية وهو من حوامض لويس . (2018 /د1)

3) **المعقد التناسقي:** وهو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة اصرة تناسقية .

4) **عدد التناسق:** وهو عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي مضروباً في عدد المخالب اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية ، واكثر اعداد التناسق شيوعاً 4 و 6 ، اما اعداد التناسق الفردية و 2 فهي نادرة ، (عدد التناسق = عدد الليكندات × عدد المخالب)
(2017 /د 3- موصل)

5) **الايون المعقد:** وهو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة يحتوي على ذرة فلز مركزية تحيط بها عدد من الليكندات ، وقد تكون الذرة المركزية متعادلة او لها عدد تأكسد موجب ، امـــــا الليكندات فقد جزيئات متعادلة او ايونات سالبة او موجبة الشحنة ، مثال:

$[Co(NH_3)_6]^{3+}$ (الليكند متعادل) و $[Fe(CN)_6]^{4-}$ (الليكند سالب) و $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$ (الليكند سالب ومتعادل)

6) **المعقد المتعادل:** وهو المعقد الذي لايحمل شحنة (له شحنه = صفر) ولايتأين في الماء مثال: (2014 /د3) (2017 /د 2- موصل)

$[Ni(CO)_4]$ ، $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ (سبق شرحه) ، $[Ni^{2+}(dmg^-)_2^{2-}]^0$

7) **مجال التناسق:** وهو المجال الذي يعبر عنه بشكل اقواس مربعة [ ] والذي يحتوي على الذرة المركزية ومجموعة من الليكندات ويسمى ايضاً بالمجال الداخلي مثال $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ ، فالمجال التناسقي يتكون من ايون الفلز المركزي Co^{3+} وستة ليكندات متكونة من خمس جزيئات امونيا وايون كلوريد واحد Cl^- ومكوناته ليس لها القابلية على التأين وبالتالي لايمكن ترسيبها .
(2014 /د1) (2014 /د1- خاص) (2016 /د3) (2018 /د3) (2019 /د3)

8) **مجال التأين:** وهو المجال الذي يكتب خارج المجال التناسقي (خارج الاقواس) ويسمى بالمجال الخارجي ، ولمكوناته القابلية على التأين وبالتالي بالامكان ترسيبها بأحد كواشف الترسيب المناسبة كما في $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$ حيث ايوني الكلور يترسبان وكالاتي:



$$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2 \longrightarrow [Co(NH_3)_5Cl]^{2+} + 2Cl^-$$
$$2Ag^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2AgCl_{(S)}$$
راسب ابيض

ملخص:




انقر الباركود
لفهم الموضوع
اكثر

انواع الليكندات

1) ليكندات احادية المخلب:

تعريفها: وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب ، اي انها تحوي في تركيبها الكيميائي على ذرة واحدة قابلة للارتباط مع الذرة المركزية للفلز ، وتسمى ايضاً ليكندات احادية السن .

امثلة: (19 ليكند)

ليكندات سالبة(وموجبة واحد فقط)

no	صيغة الليكند	اسم الليكند(عربي)	اسم الليكند(انكليزي)
1	CH_3COO^-	خلاتو	*Acetata*
2	N_3^-	ازيدو	*Azido*
3	Br^-	برومو	*Bromo*
4	Cl^-	كلورو	*Chloro*
5	CN^-	سيانو	*Cyano*
6	F^-	فلورو	*Floro*
7	$NH_2NH_3^+$	هيدرازينيوم	*Hydrazinium*
8	OH^-	هيدروكسو	*Hydroxo*
9	I^-	يودو	*Iodo*
10	NO_2^-	نايترو	*Nitro*
11	SCN^-	ثايوسياناتو	*Thiocyanato*

ليكندات متعادلة

no	صيغة الليكند	اسم الليكند(عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	NH_3	امين	*Ammino*
2	H_2O	اكوا	*Aqua*
3	CO	كاربونيل	*Carbonyl*
4	CH_2CH_2	اثيلين	*Ethylene*
5	CH_3NH_2	مثيل امين	*Mthylamine*
6	NO	نايتروسيل	*Nitrosel*
7	C_5H_5N	بيريدين	*Pyridine*
8	$(NH_2)_2CO$	يوريا	*Urea*

---

2) ليكندات ثنائية المخلب: (2017 /د1- موصل)

تعريفها: وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين الى ايون الفلز الموجب ، اي لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مكونة مركبات حلقية ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن .

امثلة: (6 ليكندات)

ليكندات متعادلة

no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثيلين ثنائي امين (en)	*Ethylenediamine*
2	NH_2NH_2	هيدرازين	*Hydrazin*

ليكندات سالبة

no	صيغة الليكند	اسم الليكند (عربي)	اسم الليكند (انكليزي)
1	CO_3^{2-}	كاربونيتو	*Cabonyto*
2	$HONCHCH_2CH_2CHNO^-$	ثنائي مثيل كلايوكسيماتو dmg^-	*Dimethyl glyoximato*
3	NO_3^-	نتراتو	*Nitrato*
4	$C_2O_4^{2-}$	اوكزاليتو (Ox)	*Oxalate*

ملاحظة: يجب حفظ لكل ليكند نوعه واسمه وشحنته وصيغتة الكيميائية وكذلك قوي ام ضعيف (تدرس في موضوع اصرة التكافؤ) .



3) ليكندات متعددة المخالب:

تعريفها: وهي الليكندات التي تحوي في تركيبها الكيميائي اكثر من ذرتين لها القابلية على الارتباط مع الايون المركزي بأواصر تناسقية اي انها تهب ثلاث مزدوجات او اربع او اكثر من ذلك (بعدد الذرات المرتبطة) .

مثال:

اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك ويرمز له بالرمز $(EDTA)$ ، وهو ليكند سداسي المخلب او سداسي السن ، اي يحتوي على ست ذرات قادرة على الارتباط التناسقي .

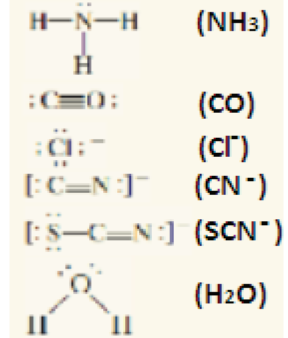


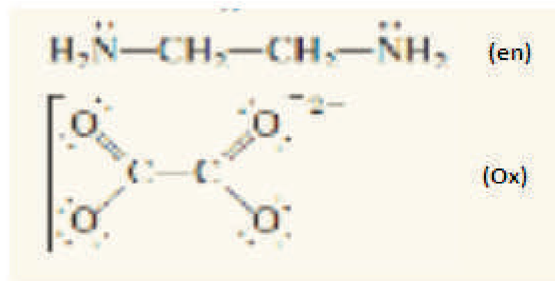
1) الليكندات الكليتية: وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون المركزي (اي لها اكثر من ذرة مانحة) وتشمل الليكندات ثنائية المخلب ومتعددة المخالب . (2017 د 2 - خ ق) (2016 /د1- خ ق) (2018 /د2- خ ق)(2019 /د 2)

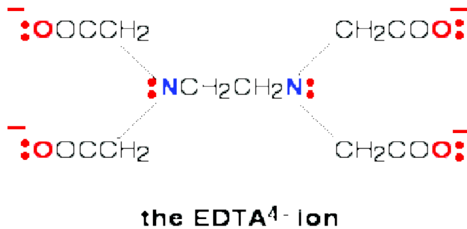
2) الذرة المانحة: وهي احد ذرات الليكند تمتلك مزدوج الكتروني وتستطيع ان تمنحه لذرة الايون المركزي ، وعدد الذرات المانحة يعتمد على نوع الليكند ، فالليكند احادي المخلب يحوي ذرة مانحة واحدة والثنائي المخلب يحوي ذرتين مانحة وهكذا . . . . .

الصيغ التركيبية لبعض الليكندات:

1) ليكندات احادية المخلب | 2) ليكندات ثنائية المخلب | 3) ليكندات متعددة المخالب $(EDTA)$







قاعدة الذري الفعال: (EAN)

نص القاعدة: المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لاحد الغازات النبيلة وهي ($_{36}Kr$ او $_{54}Xe$ او $_{86}Rn$) .

العدد الذري الفعال: وهو المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات . (2014 /د2) (2016 /د1)

خطوات حل اسئلة العدد الذري الفعال:

1) نكتب عدد الكترونات العنصر(الفلز المركزي) وتساوي العدد الذري .
2) نجد شحنة الايون المركزي (عدد التأكسد وهو اما موجب او صفر) لنجد منها عدد الالكترونات المتبقية .
3) نحسب عدد اللالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات وتساوي (عدد الليكندات × عدد المخالب × 2) .
4) نجمع عدد الالكترونات الكلي من الخطوة 2 و 3 .

مثال 5-3 ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ، وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) علماً ان العدد الذري للكوبلت هو 27 .

الحل:

$$X + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3$$

$Co = 27^{e-}$

$Co^{3+} = 24^{e-}$

$6: NH_3 = 12^{e-}$

$[Co(NH_3)_6]^{3+} = 36^{e-}$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون ، ولهذا فالمركب المعقد يكون مستقراً لانه تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

مثال 5-4

ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{2-}$ ، وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) علماً ان العدد الذري للكوبلت هو 27 .
(اختيارات - 1د/ 2014) (1 د/ 2017 - خارج القطر)

الحل:

$Co = 27e^-$

$Co^{2+} = 25e^-$

$4: Cl^- = 8e^-$

$[CoCl_4]^{2-} = 33e^-$

$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X - 4 = -2 \Rightarrow X = +2$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 33 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .

تمرين 5-2

احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ، ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة (EAN) ؟

$[Fe(CN)_6]^{3-}$ ، $[Pd(NH_3)_6]^{4+}$ ، $[Ni(en)_3]^{2+}$


الاعداد الذرية $Fe = 26$ ، $Pd = 46$ ، $Ni = 28$.

الحل:


$[Fe(CN)_6]^{3-}$

(1د/ 2015) (1 د/ 2017) (1د/ 2018- خ ق) (2د/ 2018- خ ق) (1د/ 2019)

$Fe = 26e^-$

$Fe^{3+} = 23e^-$

$6: CN^- = 12e^-$

$[Fe(CN)_6]^{3-} = 35e^-$

$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 35 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .


$[Pd(NH_3)_6]^{4+}$

(تمهيدي / 2014) (تمهيدي / 2019)

$Pd = 46e^-$

$Pd^{4+} = 42e^-$

$6: NH_3 = 12e^-$

$[Pd(NH_3)_6]^{4+} = 54e^-$

$X + (0 \times 6) = +4 \Rightarrow X + 0 = +4 \Rightarrow X = +4$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ، ولهذا فالمركب المعقد يكون مستقراً لانه تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .


$[Ni(en)_3]^{2+}$

(3د/ 2015) (1د/ 2018)

$Ni = 28e^-$

$Ni^{2+} = 26e^-$

$3: en = 12e^-$

$[Ni(en)_3]^{2+} = 38e^-$

$X + (0 \times 3) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ، ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .

ملاحظة:

1) en هو ليكند متعادل وثنائي المخلب اي كل ليكند واحد يهب مزدوجين الكترونيين $(2: e^-)$ اي اربعة الكترونات وكالاتي:
عدد e^- = (عدد الليكندات × عدد المخالب × 2) = 3 × 2 × 2 = $12e^-$

2) على الرغم من وجود عدد كبير من المركبات المعقدة التي تتماشى مع قاعدة العدد الذري الفعال ، الا ان هناك عدد من المعقدات تكون مستقرة على الرغم من عدم انطباق قاعدة العدد الذري الفعال عليها .



تمرين 3-5

ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ و $[Ag(NH_3)_4]^+$ وهل تنطبق قاعدة (EAN) عليهم ؟ اذا علمت ان العدد الذري للنيكل هو 28 ، والعدد الذري للفضة 47 ؟

الحل:



$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ (3د 2013)

$$Ni = 28e^-$$
$$Ni^{2+} = 26e^-$$
$$6{:}NH_3 = 12e^-$$
$$[Ni(NH_3)_6]^{2+} = 38e^-$$

$$X + (0 \times 6) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ،
ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .



$[Ag(NH_3)_4]^+$ (2013 تمهيدي) (2017 /د 2 - موصل) (2017 /د 2 - خارج القطر) (2019 /د3)

$$Ag = 47e^-$$
$$Ag^+ = 46e^-$$
$$4{:}NH_3 = 8e^-$$
$$[Ag(NH_3)_4]^+ = 54e^-$$

$$X + (0 \times 4) = +1 \Rightarrow X + 0 = +1 \Rightarrow X = +1$$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ،
ولهذا فالمركب المعقد يكون مستقراً لانه تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

مركبات الكاربونيل:

وهي معقدات تناسقية (متعادلة غالباً) التي يكون فيها الليكند هو الكاربونيل (CO) واغلب مركباتها تخضع لقاعدة (EAN) ، وهي على نوعين:

1) الفلزات ذات الاعداد الذرية الزوجية ولها الصيغة $[M(CO)_x]$ كما في الامثلة الاتية :

$Ni = 28e^-$	$Fe = 26e^-$	$Cr = 24e^-$
$4CO = 8e^-$	$5CO = 10e^-$	$6CO = 12e^-$
$[Ni(CO)_4] = 36e^-$	$[Fe(CO)_5] = 36e^-$ (3د/2016)	$[Cr(CO)_6] = 36e^-$

2) الفلزات ذات الاعداد الذرية الفردية:

س/ لاتتبع الفلزات ذات الاعداد الذرية الفردية في معقدات الكاربونيل قاعدة العدد الذري الفعال ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك لان الناتج النهائي سيكون عدداً فردياً من الالكترونات وبالتالي لا يساوي اياً من الاعداد 36 او 54 او 86 مهما كان عدد الكاربونيلات المضافة .

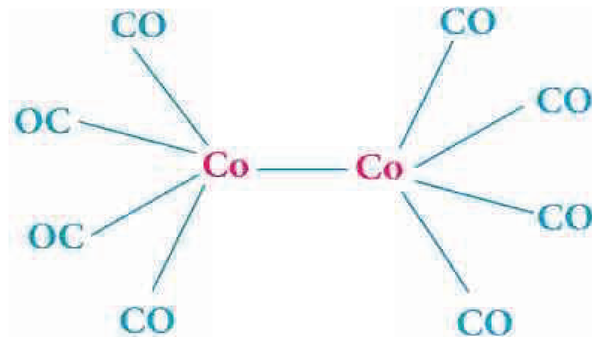
س/ تتواجد معقدات الكاربونيل ذات الاعداد الذرية للفلز المركزي بشكل مزدوجات جزيئية $(Dimer)$ او متعددات جزيئية $(Polymers)$ ، علل ذلك ؟
ج/ وذلك لان العدد الذري الفعال لها لايكون زوجياً الا عندما تكون بشكل مزدوجات او متعددات جزيئية .

كما في الامثلة التالية:



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

$[Co_2(CO)_8]$ (2016 /د2)



$Co = 27e^-$

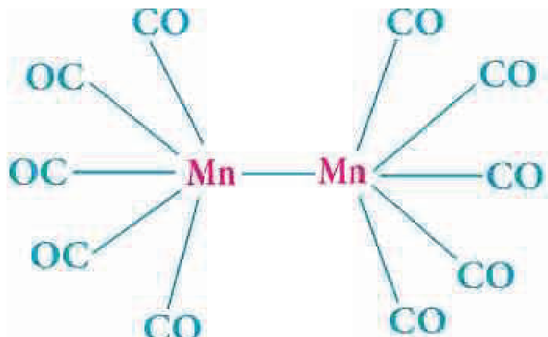
$Co - Co = 1e^-$

$4CO = 8e^-$

$[Co_2(CO)_8] = 36e^-$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

$[Mn_2(CO)_{10}]$ (2015 /د1- خاص)



$Mn = 25e^-$

$Mn - Mn = 1e^-$

$5CO = 10e^-$

$[Mn_2(CO)_{10}] = 36e^-$

تمرين 5-4

احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ ثم بين هل تنطبق قاعدة (EAN) عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري لـ Re هو 75 ؟ (2 /د 2018) (2 /د 2019)

الحل:

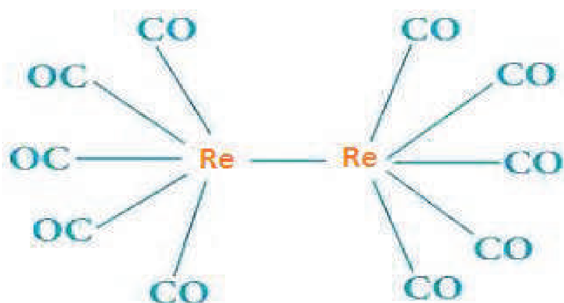
(الرانيوم) $Re = 75e^-$

$Re - Re = 1e^-$

$5CO = 10e^-$

$[Re_2(CO)_{10}] = 86e^-$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .



ملاحظة:

1) يجب التميز بين عنصر الكوبلت Co وليكند الكاربونيل CO المتكون من عنصري الاوكسجين والكاربون .
2) معقدات الكاربونيل متعادلة في الغالب مع بعض الاستثناءات .
3) في الامتحان يجب رسم الصيغة التركيبية للمركبات اعلاه .

العلم يرفع بيوتاً لا عماد لها والجهل يهدم بيت العز والشرف



تسمية المركبات التناسقية: (تتم التسمية وفق نظام $IUPAC$ وحسب القواعد الاتية):



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

1) تحديد الايون السالب (على اليمين) والايون الموجب (على اليسار) .

2) نحدد شحنة الايون البسيط ومنها شحنة الايون المعقد بعكس الاشارة .

3) نسمي الايون السالب اولاً ثم الايون الموجب .

4) اذا كان الايون السالب (او الموجب) بسيطاً فنذكر اسم الايون كما هو مثال Cl^- كلوريد ، NO_3^- نترات ، K^+ بوتاسيوم ، NH_4^+ امونيوم وبدون ذكر عدد الايونات (والايون البسيط هو الذي يكون خارج الاقواس [ ]) .

5) نسمي الايون الموجب المعقد بتسمية الليكندات اولاً ثم الذرة المركزية .

6) تسمى الليكندات كالاتي:

أ) عند وجود اكثر من نوع من الليكندات فأنها تذكر في التسمية حسب الترتيب الابجدي للحروف الانكليزية ($a, b, c, \ldots\ldots, z$) مثال H_2O (Aqua) ثم Br^- ثم Cl^- ، وهكذا ولكن التسمية باللغة العربية (اعدا (Aqua) يسبق جميع الليكندات .

ب) تسمى الليكندات بالطريقة التالية:

1) الليكندات المتعادلة: تسمى كما هي مثال CO كاربونيل و CH_3NH_2 مثيل امين وغيرها عدا H_2O (اكوا) ، NH_3 امين ، NO نايتروسيل .

2) الليكندات السالبة: يضاف لها الحرف (و) كما في Br^- برومو ، CN^- سيانو .

3) الليكندات الموجبة: (وهي نادرة) يضاف لها المقطع (يوم) كما في $NH_2NH_3^+$ هيدرازينيوم .

ج) عند وجود اكثر من ليكند من نفس النوع فيذكر كالاتي:

1) الليكندات البسيطة: نستخدم ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ، . . . . . . ، (ولا نذكر احادي) قبل اسماء الليكندات البسيطة وذلك للدلالة على عدد الليكندات والليكندات البسيطة مثل برومو ونايترو وغيرها .

2) الليكندات المعقدة: نستخدم (بس) للثنائي و (ترس) للثلاثي كما في :
(en) ، (dmg^-) ، $(C_2O_4^{2-})$ ، $(NH_2)_2CO$ ، $(EDTA)$.

7) نسمي الذرة المركزية في الايون المعقد الموجب بعد تسمية الليكندات حيث نذكر اسم الذرة المركزية كما هو ثم عدد التأكسد بالارقام الرومانية وهي (I ، II ، III ، IV ، V ، VI) اي ($+1$ ، $+2$ ، $+3$ ، $+4$ ، $+5$ ، $+6$) على التوالي ، امـــا عدد تأكسد صفر فيكتب (0) وتوضع اعداد التاكسد دائماً بين قوسين ( ) .

8) امـــــا عندما يكون الايون المعقد سالباً والايون البسيط موجباً ، فالتسمية كما هي في القواعد اعلاه ولكن بأضافة المقطع (ات) الى نهاية اسم الفلز مثال الكروم يصبح (كرومات) والنيكل (نيكلات) امـــا الحديد فيسمى (فيرات) .

9) اذا كان المعقد التناسقي متعادلاً فيسمى كما في القواعد اعلاه اي بدون اضافة المقطع (ات) كما في الايون المعقد الموجب كما في $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

10) عند وجود ايون معقد (موجب او سالب) فنذكر كلمة ايون قبل التسمية ونفس القواعد اعلاه مثال $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$.

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

ملخص التسمية:

1) اذا كان الايون المعقد موجب: الايون البسيط السالب – عدد الليكندات - اسم الليكند – اسم الايون المركزي(عدد التاكسد)

2) اذا كان الايون المعقد سالب: عدد الليكندات - اسم الليكند – اسم الايون المركزي + ات (عدد التاكسد) - الايون البسيط الموجب
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

امثلة حول التسمية // سمي المعقدات التناسقية الاتية:



1) $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$
كلوريد سداسي امين الكروم (III)

$X + (0 \times 6) = +3$
$X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3$



2) $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ (2013 د1) (2014 /د2) (2017 /د 2- موصل)
كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)

$X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = +1$
$X - 2 = +1 \Rightarrow X = +3$



3) $[Co(en)_2Cl_2]_2\ SO_4$
كبريتات ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III)

$X + (0 \times 2) + (-1 \times 2) = +1$
$X - 2 = +1 \Rightarrow X = +3$



4) $[Ni(CO)_4]$ (2014 – تمهيدي)
رباعي كاربونيل النيكل (0)

$X + (0 \times 4) = 0$
$X = 0$



5) $Ca_2[Fe(CN)_6]$ (2013 / د2)
سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

$X + (-1 \times 6) = -4$
$X - 6 = -4 \Rightarrow X = +2$



6) $[Fe(H_2O)_6]SO_4$ (2013 د3) (2017 /د 1) (2017 /د 2)
كبريتات سداسي اكو حديد (II)

$X + (0 \times 6) = +2$
$X = 2$



7) $[Ni(dmg)_2]$
بس(ثنائي مثيل كلايكسيماتو) نيكل (II)

$X + (-1 \times 2) = 0$
$X = 2$

تمرين 5-5

سمي المعقدات التناسقية الاتية:



1) $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$
كلوريد اكوا خماسي امين كوبلت (III)

$X + (0 \times 5) + 0 = +3$
$X = +3$



2) $Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$
رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات الصوديوم (I)

$X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = -1$
$X - 2 = -1 \Rightarrow X = +1$



3) $K_2[PtCl_6]$ (2018 /د 2- خ ق)
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

$X + (-1 \times 6) = -2$
$X = +4$



4) $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$
نترات سداسي امين الكروم (III)

$X + (0 \times 6) = +3$
$X = +3$



5) $[Cu(en)_2]Cl_2$
كلوريد بس (اثيلين ثنائي امين) نحاس (II)

$X + (0 \times 2) = +2$
$X = 2$



6) $(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$
سداسي ثايوسياناتو كرومات (IV) امونيوم

$X + (-1 \times 6) = -2$
$X = +4$

ملاحظة:

يجب التمييز بين الليكندات الاتية:

(NO) – نايتروسيل – ليكند متعادل – احادي المخلب
(N_3^-) – ازيدو – ليكند سالب – احادي المخلب
(NO_2^-) – نايترو – ليكند سالب – احادي المخلب
(NO_3^-) – نترات – ليكند سالب – ثنائي المخلب



نظريات التأصر في المركبات التناسقية:

تعد نظرية السلسلة ونظرية التناسق لفرنر من النظريات البسيطة لفهم التأصر في المركبات التناسقية اما النظريات الحديثة فهي :

1) نظرية اصرة التكافؤ (VBT) *Valence Bond Theory* - تدرس في هذا الفصل
2) نظرية المجال البلوري (CVT) *Crystal Field Theory* تدرس في المرحلة الجامعية
3) نظرية الاوربيتال الجزيئي (MOT) *Molecular Orbital Theory* تدرس في المرحلة الجامعية



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

تعريفها:

وهي النظرية التي تعد تكوين المركبات التناسقية هو تفاعلاً بين حامض لويس (الفلز) وقاعدة لويس (الليكند) مع تكوين اصرة تناسقية بينهما ، وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات . وتمثل في النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات لبيان توزيع الالكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الاتية من الليكندات .

اهميتها:

1) معرفة نوع التهجين للذرة المركزية وهو اربعة انواع (sp ، sp^2 ، sp^3 ، dsp^2) .

2) معرفة الشكل الهندسي للمركب التناسقي (خطي مستقيم ، مثلث مستو ، رباعي الاوجه منتظم ، مربع مستو) على التوالي .

3) معرفة الحالة المغناطيسية للمعقد التناسقي فيما اذا كانت بارامغناطيسية (عند وجود الكترونات منفردة في d) او دايامغناطيسية (عند عدم وجود الكترونات منفردة في d اي جميع الالكترونات مزدوجة) .

4) حساب الزخم المغناطيسي μ وفق المعادلة الاتية: $\mu(B.M)=\sqrt{(e(e+2)}$ حيث ان e = عدد الالكترونات المنفردة ، $B.M$ هي وحدة قياس الزخم المغناطيسي وتسمى بور مغنيتون *(Bohr Magneton)* .

ملاحظات

1) الاعداد التناسقية المستخدمة في هذه النظرية هي (2 ، 3 ، 4) فقط .

2) الايون المركزي للمعقد التناسقي يتكون من العناصر الانتقالية الرئسية وهي ثلاث مجاميع وكالاتي:

الترتيب الالكتروني	العدد الذري	رقم السلسلة
$_{18}[Ar]\ 3d^{(1-10)}\ 4s^2\ 4P^0$	$21-30$	الاولى
$_{36}[Kr]\ 4d^{(1-10)}\ 5s^2\ 5P^0$	$39-48$	الثانية
$_{54}[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{(1-10)}\ 6s^2\ 6P^0$	$71-80$	الثالثة

3) العنصر الانتقالي يفقد الكتروناته اولاً من المستوى الثانوي ns ثم من المستوى $(n-1)d$ (اذا كان يفقد اكثر من الكترونين)

4) لنوع الليكند تأثير على خواص المركب (ذات عدد تناسق = 4 فقط) لذلك يجب معرفة نوع الليكند من حيث القوة وهذا يخص عناصر السلسلة الاولى فقط اما السلسلة الثانية والثالثة فالليكندات تكون جميعها قوية وكالاتي:

الليكندات الضعيفة (غير ضاغطة)	Br^-	Cl^-	F^-	I^-	OH^-	H_2O	
الليكندات القوية (ضاغطة)	CN^-	NH_3	CO	NO_2^-	en	dmg^-	C_5H_5N

خطوات حل اسئلة للمركبات التناسقية:

1) كتابة الترتيب الالكتروني للذرة المركزية مع رسم الاوربيتالات في المستوى الخارجي على شكل مربعات وتوزيع الالكترونات فيها .
2) كتابة الترتيب الالكتروني للايون المركزي (بعد ايجاد شحنته) مع رسم الاوربيتالات كذلك .
3) اعادة كتابة الترتيب الالكتروني ورسم الاوربيتالات (كما في النقطة 2) مع ادخال المزدوجات الالكترونية الاتية من الليكندات في الاوربيتالات الفارغة مع الاخذ بنظر الاعتبار نوع الليكند فيما اذا كان قوياً او ضعيفاً .

تطبيق نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

1) اذا كان العدد التناسقي 2

مثال: اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد ثنائي امين الفضة (I) $[Ag(NH_3)_2]^+$ ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية ، والزخم المغناطيسي ؟ (العدد الذري للفضة يساوي 47)

الحل:

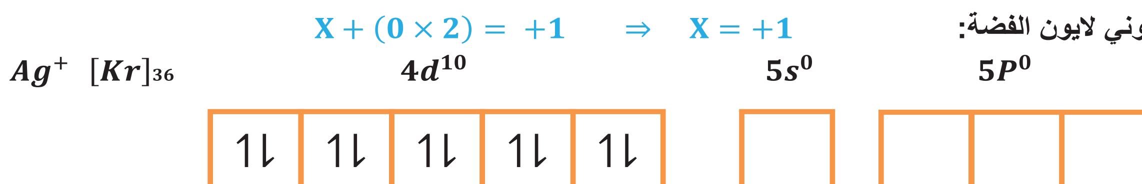
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الفضة:

$_{47}Ag$ $[Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5s^1$ $5P^0$



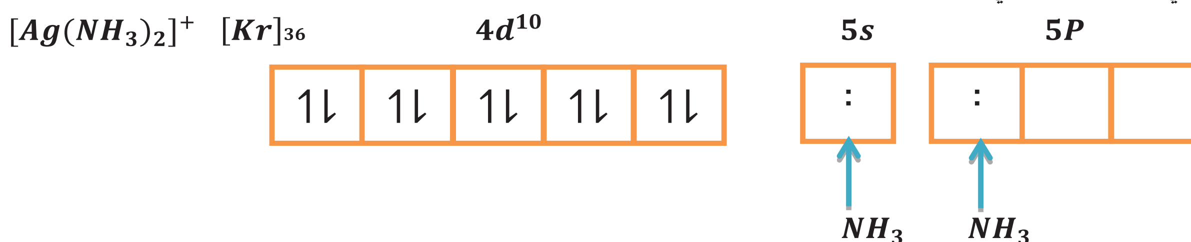
2) الترتيب الالكتروني لايون الفضة: $X + (0 \times 2) = +1 \Rightarrow X = +1$

Ag^+ $[Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5s^0$ $5P^0$

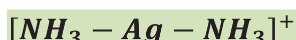


3) الترتيب الالكتروني لايون الفضة في المعقد :

$[Ag(NH_3)_2]^+$ $[Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5s$ $5P$



- اربعة الكترونات اتية من ليكندين (N هي الذرة المانحة)
- نوع التهجين sp من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتال واحد من P .
- الشكل الهندسي خطي مستقيم .


$[NH_3 - Ag - NH_3]^+$

- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

ملاحظة: عندما يوجد في المستوى nd تسعة الكترونات (d^9) او اربعة (d^4) ، فانه ينتقل الكترون من المستوى ns^2 الى $(n-1)d$ لكي يكون مشبع او نصف مشبع على التوالي كما هو في الفضة والكروم على التوالي ، (والنحاس مشابه للفضة) .

تمرين 5-6 اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$ ايون ثنائي سيانو نحاسات (I) (العدد الذري للنحاس يساوي 29) .

الحل:

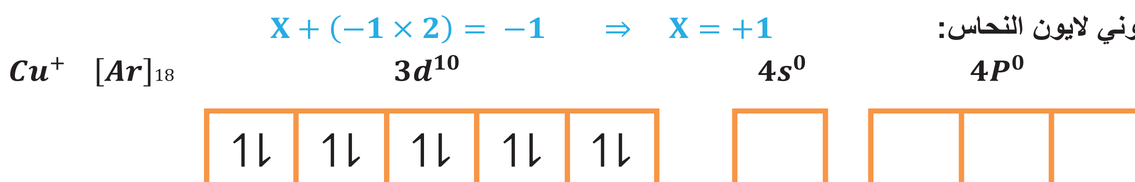
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النحاس:

$_{29}Cu$ $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4s^1$ $4P^0$

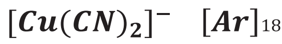


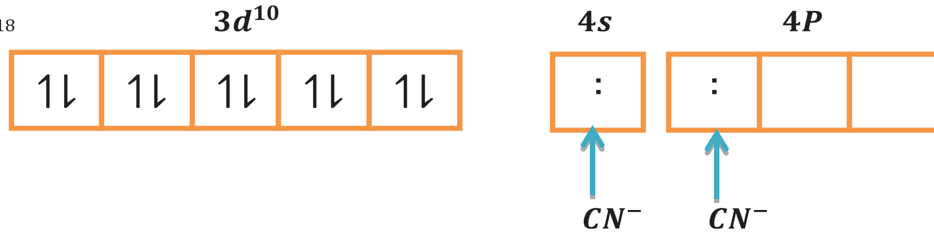
2) الترتيب الالكتروني لايون النحاس: $X + (-1 \times 2) = -1 \Rightarrow X = +1$

Cu^+ $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النحاس في المعقد :





- اربعة الكترونات اتية من ليكندين (C هي الذرة المانحة) .
- نوع التهجين sp من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتال واحد من P .
- الشكل الهندسي خطي مستقيم .



- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$

---

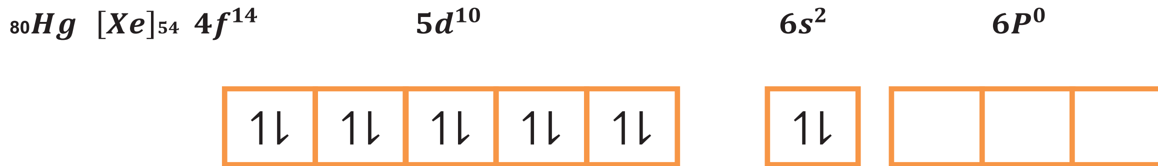
2) اذا كان العدد التناسـ ـقي 3

مثال: اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد $[HgI_3]^-$ ثلاثي يودو زئبقات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للزئبق = 80) (2016 /د 2 - خ ق)

الحل:

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزئبق:

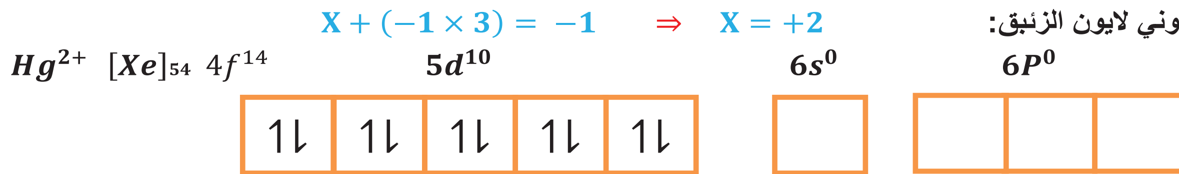
$_{80}Hg$ $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق:

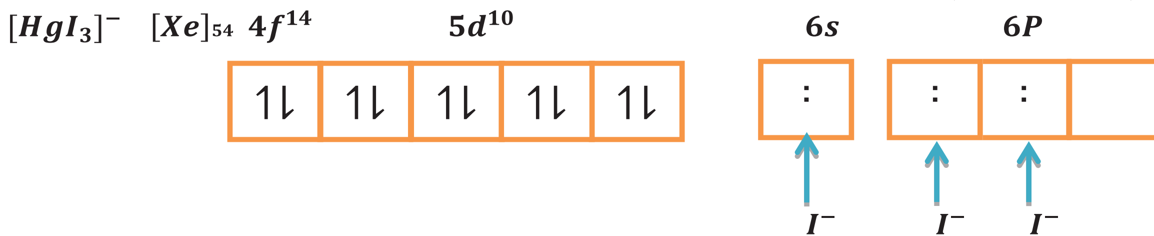
$X + (-1 \times 3) = -1 \Rightarrow X = +2$

Hg^{2+} $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^0$ $6P^0$

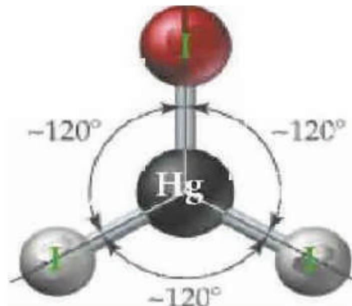


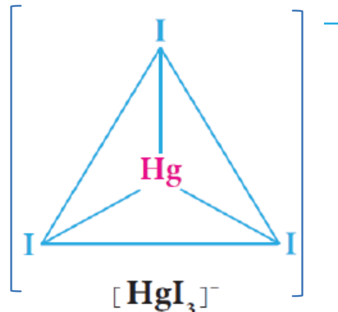
3) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق في المعقد :

$[HgI_3]^-$ $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s$ $6P$



- ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكندات
- نوع التهجين sp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من P .
- الشكل الهندسي مثلث مستو .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة (جميعها مزدوجة) .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} = 0$







3) اذا كان العدد التناسقي 4

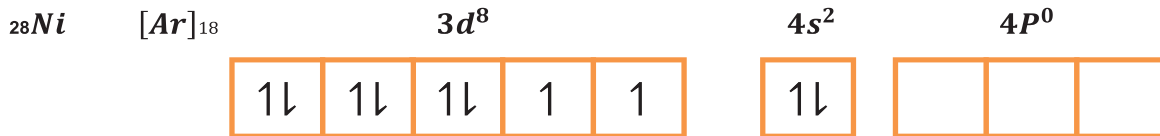
اولاً // عناصر السلسلة الانتقالية الاولى:

مثال: اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ رباعي كلورو نيكلات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي (العدد الذري للنيكل = 28) (2013/ د2) (2014 / تمهيدي)

الحل:

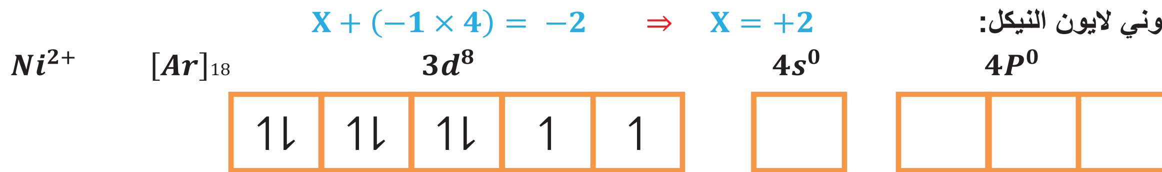
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



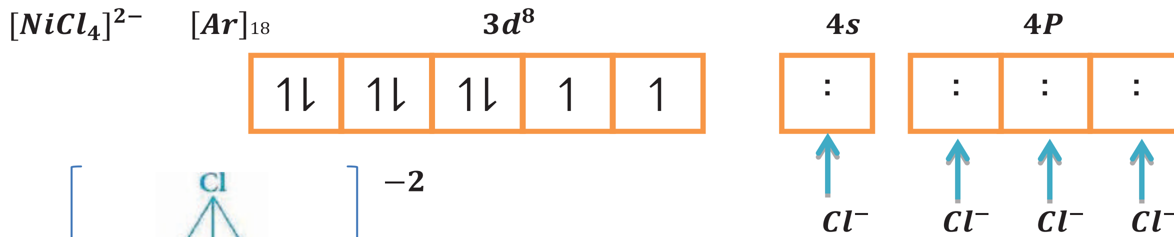
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

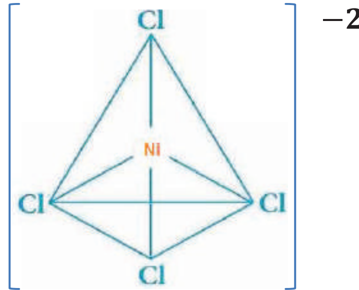
Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiCl_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$





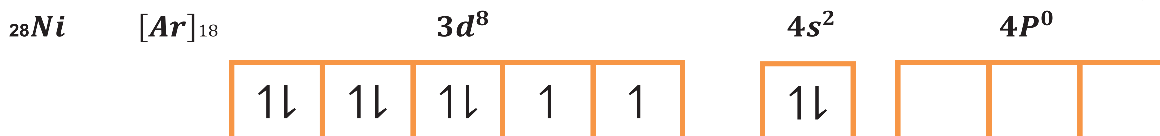
- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين sp^3 من اشتراك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من P .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

مثال: اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ رباعي سيانو نيكلات (II) ، ثم جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي μ ، (العدد الذري للنيكل يساوي 28) (2014 /د1) (2016 /د3) (2017 /د 1 خ ق)

الحل:

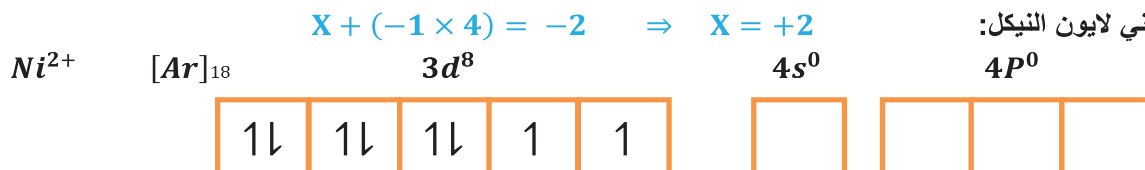
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



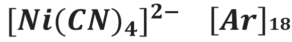
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

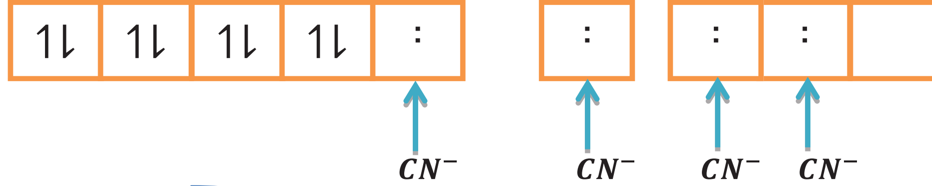
Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$

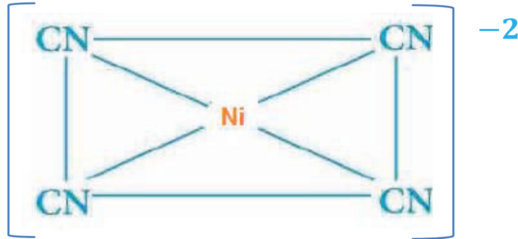




3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :







- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات (C هي الذرة المانحة)
- نوع التهجين dsp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من P واوربيتال واحد من d .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

س/ للأيون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ صفات بارامغناطيسية بينما للأيون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ صفات دايامغناطيسية ، علل ذلك ؟

ج/ بسبب نوع الليكند حيث الكلوريد في الأيون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ ليكند ضعيف غير ضاغط مما يجعل الكترونين منفردين غير مزدوجين في المستوى d امـــــا السيانيد في لأيون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ فهو ليكند قوي ضاغط حيث تزدوج الالكترونات في المستوى d .

س/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT قارن بين المعقدين الاتيين : $[NiCl_4]^{2-}$ ، $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ؟ (1د/ 2016)

ملاحظة: مما تقدم اعلاه يتبين ان لنوع الليكند تأثير واضح على خواص المعقدات التناسقية من حيث:

1- نوع التهجين 2- الشكل الهندسي 3- الصفات المغناطيسية 4- عدد الالكترونات المنفردة 5- الزخم μ

ثانياً // عناصر الســلســلــتين الانتقاليـــتين الثانية والثالثة:

س/ المعقدات رباعية التناسق لعناصر السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة تكون ذات اشكال هندسية من نوع مربع مستو(تهجين dsp^2) بغض النظر عن كون الليكند قوياً او ضعيفاً ؟

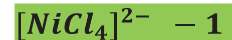
ج/ وذلك بسبب كبر حجم الايونات في السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة مقارنة بحجم الايونات في السلسلة الانتقالية الاولى .

ملاحظة: يمكن معرفة نوع العنصر في اي سلسلة هو من خلال العدد الذري للعنصر .

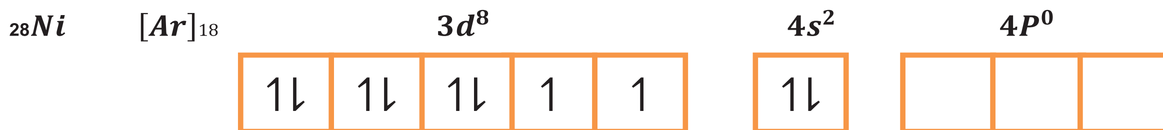
تمرين 7-5 لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ ؟ (الاعداد الذرية للنيكل يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78) . (3د/ 2019) (1د/2013)

الحل:

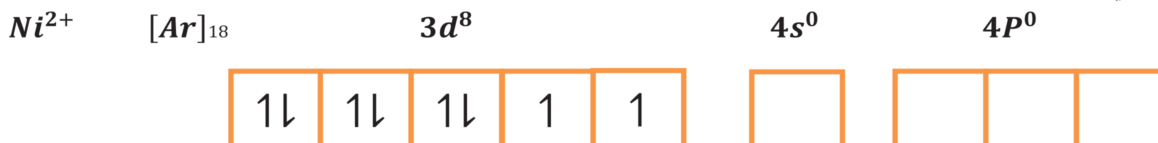
نكتب الترتيب الالكتروني للايون المركزي في الايونين المعقدين:



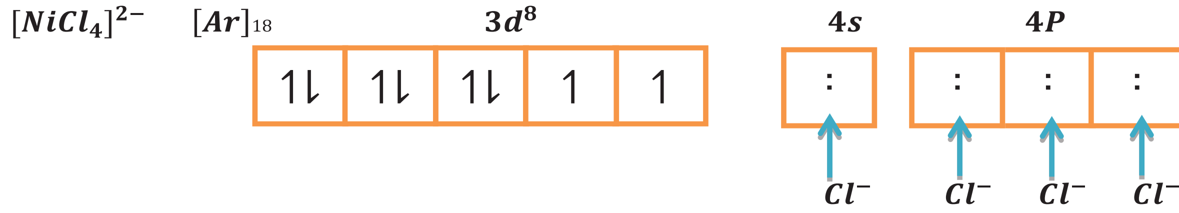
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

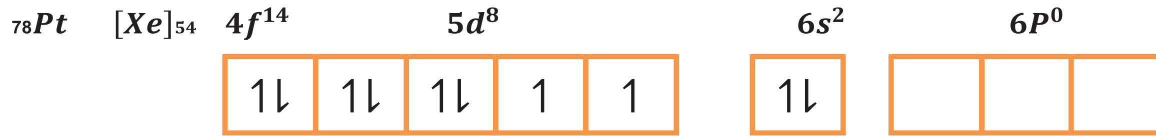


3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

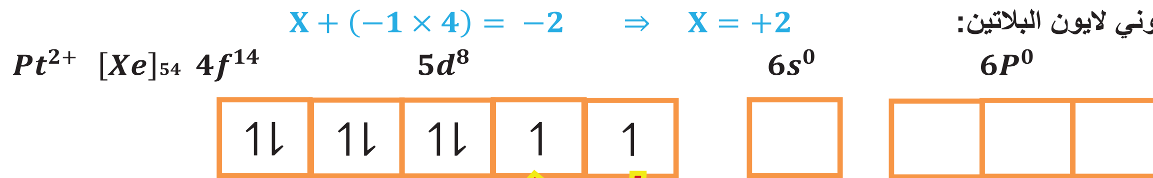


2 – $[PtCl_4]^{2-}$ (تمهيدي / 2018) (د2/ 2015)

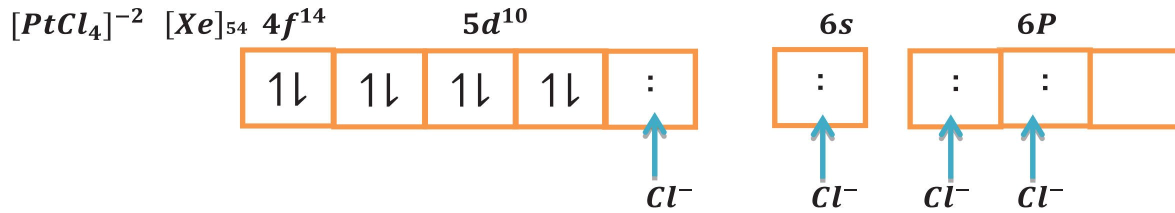
1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:



2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد :



توضيح :

- الايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي وذلك لان عنصر النيكل من عناصر السلسلة الاولى وان الكلوريد ليكند ضعيف غير ضاغط للالكترونات المنفردة ، نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، $\mu = 2.82\ B.M$ ، اما ______
- الايون المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ فهو دايا مغناطيسي وذلك لان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وفي هذه السلسلة تكون جميع الليكندات قوية ضاغطة للالكترونات المنفردة ، وللمعقد تهجين من نوع dsp^2 وشكل الهندسي مربع مستوي $\mu = 0$.

الزخم المغناطيسي μ

القانون: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}$ (كما سبق ذكره)

اهميته: من معرفة قيمة μ يمكن معرفة عدد الالكترونات المنفردة ومنها نعرف نوع التهجين وبالتالي الشكل الهندسي وخاصة التي تكون ذرتها المركزية ذات عدد ذري فردي .

ملاحظات

1) عندما يكون $(\mu > 1)$ فهذا يدل على وجود الكترونات منفردة وهي اما بسبب كون الليكند ضعيفاً مثال $[NiCl_4]^{2-}$ او الليكند قوي ولكن العدد الذري للايون المركزي فردياً كما في $[Co(CN)_4]^{2-}$.

2) عندما يكون $\mu = 0$ فهذا يدل ان الليكند قوي كما في $([Ni(CN)_4]^{2-})$ او المستوى d ممتلىء كما في $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ او العنصر من السلسلة الانتقالية الثانية او الثالثة كما في $[PdCl_4]^{2-}$ و $[PtCl_4]^{2-}$.

3) يمكن معرفة عدد e^- المنفردة من ايجادها من القانون حسابياً (وهي تساوي العدد الصحيح لقيمة μ) كما في الجدول الاتي:

μ	1.73	2.83	3.87	4.9	5.91
عدد e المنفردة	1	2	3	4	5



مثال 5-5 لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان L يمثل ليكند احادي المخلب . اكتب تهجين هذا المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي (العدد الذري الكوبلت يساوي 27) :

الحل:

الحالة الاولى: اذا كان الليكند L ضعيف:

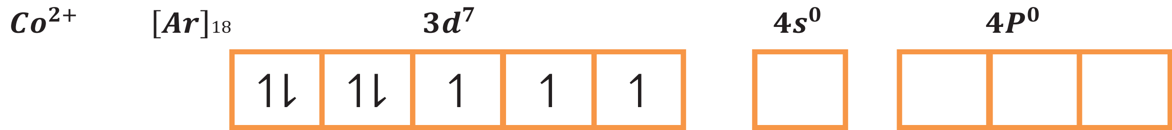
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$



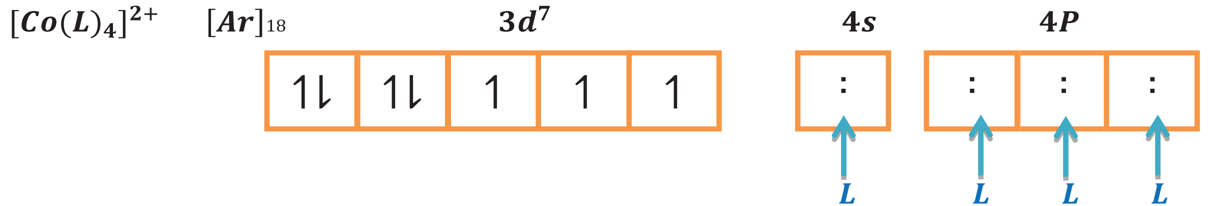
2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت :

Co^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(L)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين sp^3 ، الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم ، الحالة المغناطيسية بارا
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ B.M$

الحالة الثانية اذا كان الليكند: L قوي:

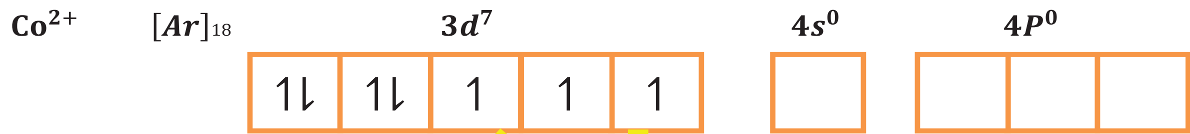
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$



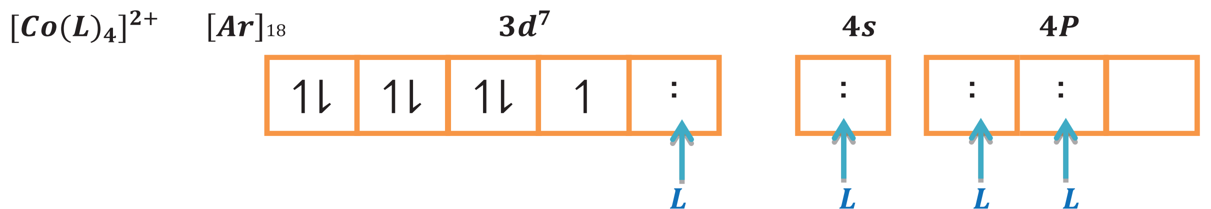
2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت :

Co^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(L)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين dsp^2 ، الشكل الهندسي مربع مستوي ، الحالة المغناطيسية بارا
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73\ B.M$

- نلاحظ هناك علاقة ما بين الزخم المغناطيسي μ ونوع التهجين ، حيث يمكن معرفة نوع التهجين من خلال معرفة الزخم المغناطيسي μ (او العكس) ، ففي الحالة الاولى عندما تكون قيمة μ تساوي $3.87\ B.M$ فالتهجين sp^3 امـــا الحالة الثانية فالتهجين dsp^2 عندما تكون قيمة μ تساوي $1.73\ B.M$.
- في كلا الحالتين فالمركبان بارمغناطيسي بسب عدد الالكترونات في المستوى d عدد فردي (او العدد الذري للعنصر فردياً) .

تمرين 5-8

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[PdCl_4]^{-2}$ و $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ لكل منهما ، (العدد الذري للبلاديوم يساوي 46 و الكوبلت يساوي 27) .

الحل:

$[PdCl_4]^{-2}$ (Pd من عناصر السلسلة الثانية) (2013/ تمهيدي) (2014 /د2) (2016 /تمهيدي) (2017 /د 1) (2016 /د 1- خ ق) (2018 /د1)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

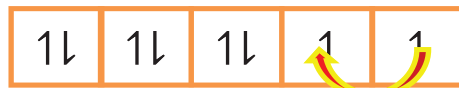
${}_{46}Pd$ $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s^2$ $5P^0$





2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Pd^{2+} $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s^0$ $5P^0$

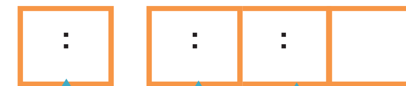




3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[PdCl_4]^{-2}$ $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s$ $5P$





Cl^- Cl^- Cl^- Cl^-

- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ (2014 /د1) $\sqrt{15} = 3.87$ (2017 /د 2 - خارج القطر) (2017 /د 1- موصل)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

${}_{27}Co$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$





2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow X = +2$

Co^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$

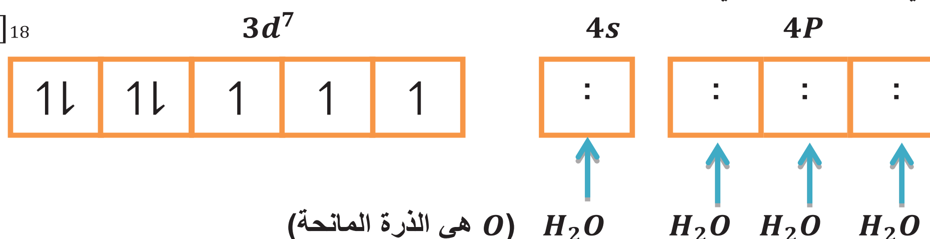






3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :


$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$



(O هي الذرة المانحة)

- نوع التهجين sp^3 ،
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}$ $\sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ B.M$

الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية المتوقعة

العدد التناسقي يمثل عدد الليكندات مضروبة في عدد المخالب ، ولهذا العدد علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي ، تتراوح الاعداد التناسقية من 2 الى 9 واكثرها شيوعاً هي 4 و 6 ، وسنتطرق الى الاعداد 2 و 3 و 4 فقط وعلاقتها بالاشكال الهندسية:

1) العدد التناسقي 2

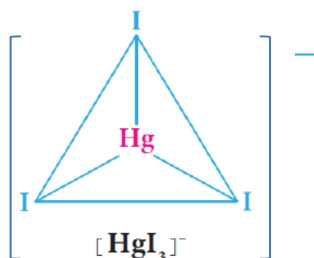
- نادر الوجود
- الشكل الهندسي خطي مستقيم
- يوجد في معقدات النحاس (I) والفضة (I) والذهب (I) كمافي :

$[NC-Cu-CN]^-$ ، $[H_3N-Ag-NH_3]^+$ ، $[Cl-Au-Cl]^-$ على التوالي .

---

2) العدد التناسقي 3

- نادر الوجود
- الشكل الهندسي مثلث مستوي
- كما في $[HgI_3]^-$

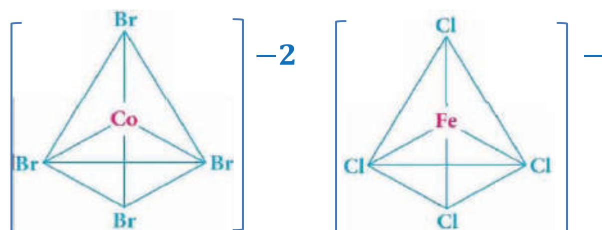


---

3) العدد التناسقي 4

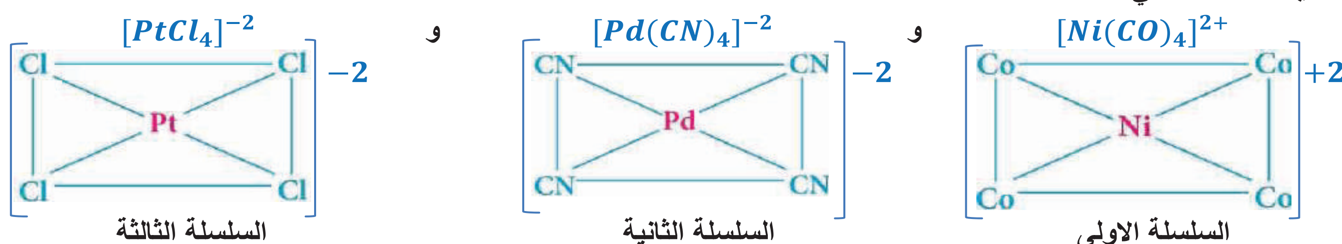
- من اكثر الاعداد التناسقية شيوعاً
- الشكل الهندسي كالاتي:

1) رباعي الاوجة منتظم: لعناصر السلسلة الانتقالية الاولى عندما يكون الليكند ضعيفاً ، كما في $[CoBr_4]^{-2}$ و $[FeCl_4]^-$



2) مربع مستوي: لعناصر السلسلة الانتقالية الاولى عندما يكون الليكند قوياً ، وعناصر السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة مع جميع الليكندات ، كما في

$[Ni(CO)_4]^{2+}$ و $[Pd(CN)_4]^{-2}$ و $[PtCl_4]^{-2}$



اسئلة الفصل الخامس

1-5

ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة ؟

الحل: راجع الملزمة صفـــ(1)ـــحة مميزات العناصر الانتقالية (امــــــا العناصر الممثلة فهي عناصر الجدول الدوري عدا العناصر التناسقية اي عناصر مجموعة (s) ومجموعة (P)) .

2-5

ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟ (2013) تمهيدي (2014) /د-1/ خاص)

الحل:

	الاملاح المزدوجة	المركبات المعقدة
1	الملح المزدوج هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء	ـ المركب المعقد هو مركب اضافة مستقر لكنه لايعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء
2	يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة ، ويمكن الكشف عنها	ـ تختفي صفات بعض الايونات اي لاتعطي كشفاً لها .
3	مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	ـ مثال كبريتات رباعي امين النحاس $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

3-5

عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية $1:1$ فأن المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+} ، بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية $4:1$ فأن المحلول الناتج لايعطي كشفاً لايون Cu^{2+} . وضح ذلك ؟

الحل: عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية $1:1$ فالناتج هو ملح مور و هو ملح مزدوج وعند اذابته في الماء فانه يعطي كافة الايونات المكونة له (Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}) ويمكن الكشف عن كل ايون بطرائق الكشف الشائعة وكما في المعادلات الاتية:



$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4$$



$$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2NH_4^+ + 2SO_4^{2-}$$

امـــــا عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية $4:1$ فالمركب الناتج هو مركب تناسقي وعند اذابته في الماء فلا يعطي كافة ايوناته وحيث ايون Cu^{2+} يوجد ضمن الايون المعقد :



$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$



$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

4-5

عرف العدد الذري الفعال ، ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الاتية :


1) $[PtCl_6]^{-2}$


2) $[Pt(NH_3)_6]$


3) $[FeCl_4]^-$


4) $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$


5) $[Ag(NH_3)_2]^+$

الحل:

العدد الذري الفعال: وهو المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات .


1) $[PtCl_6]^{-2}$

$$X + (-1 \times 6) = -2 \Rightarrow X - 6 = -2 \Rightarrow X = +4$$

$Pt = 78e^-$

$Pt^{4+} = 74e^-$

$6: Cl^- = 12e^-$

$[PtCl_6]^{-2} = 86e^-$

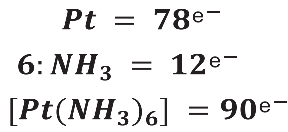
العدد الذري الفعال هنا يساوي 86



(2  $[Pt(NH_3)_6]$

$X + (0 \times 6) = 0 \Rightarrow X = 0$

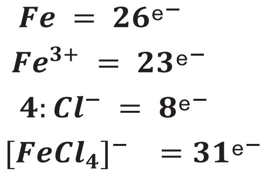
العدد الذري الفعال هنا يساوي 90

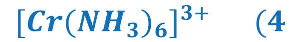

$Pt = 78e^-$
$6: NH_3 = 12e^-$
$[Pt(NH_3)_6] = 90e^-$

(3  $[FeCl_4]^-$

(ق خ -1د/ 2019)

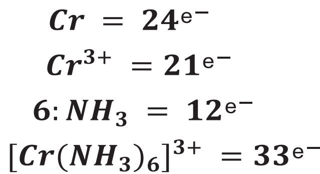
$X + (-1 \times 4) = -1 \Rightarrow X - 4 = -1 \Rightarrow X = +3$

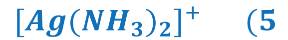

$Fe = 26e^-$
$Fe^{3+} = 23e^-$
$4: Cl^- = 8e^-$
$[FeCl_4]^- = 31e^-$

(4  $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

$X + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3$

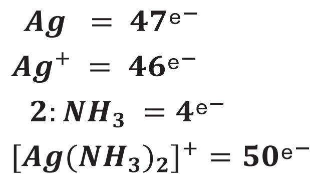
العدد الذري الفعال هنا يساوي 33


$Cr = 24e^-$
$Cr^{3+} = 21e^-$
$6: NH_3 = 12e^-$
$[Cr(NH_3)_6]^{3+} = 33e^-$

(5  $[Ag(NH_3)_2]^+$

$X + (0 \times 2) = +1 \Rightarrow X + 0 = +1 \Rightarrow X = +1$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54


$Ag = 47e^-$
$Ag^+ = 46e^-$
$2: NH_3 = 4e^-$
$[Ag(NH_3)_2]^+ = 50e^-$

5-5 ما هو العدد التاكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الاتية:

(1  $[Fe(CO)_5]$ $X + (0 \times 5) = 0 \Rightarrow X = 0$

(2  $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ $X + (-2 \times 3) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$

(3  $K_3[Fe(CN)_6]$ $X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$

(خارج القطر - 1 د/ 2017) (خاص -2د/ 2014)

(4  $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$ $X + (0 \times 5) + (0 \times 1) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$

6-5 سم المركبات المعقدة الاتية:

(1  $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$
ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II)
$X + (0 \times 5) + (0 \times 1) = +2 \Rightarrow X = +2$

(2  $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم
$X + (-1 \times 5) + (0 \times 1) = -2 \Rightarrow X = +3$

(3  $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت (III)
$X + (-1 \times 1) + (0 \times 5) = +2 \Rightarrow X = +3$

4) $K_4[Ni(CN)_4]$
رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم

$X + (-1 \times 4) = -4 \Rightarrow X = 0$

5) $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$
ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)

$X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = +1 \Rightarrow X = +3$

6) $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$
ايون ثنائي كلورو بس(اثيلين ثنائي امين) النيكل (IV)

$X + (0 \times 2) + (-1 \times 2) = +2 \Rightarrow X = +4$

7) $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
ثلاثي امين ثلاثي نايترو الكوبلت (III)

$X + (-1 \times 3) + (0 \times 3) = 0 \Rightarrow X = +3$

8) $K_2[PtCl_6]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

$X + (-1 \times 6) = -2 \Rightarrow X = +4$

7-5 اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الاتية:

أ) نترات ترس (اثيلين ثنائي امين) كوبلت (III) — $[Co(en)_3](NO_3)_3$

ب) رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم — $K_4[Ni(CN)_4]$

ج) ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III) — $[Cr(C_2O_4)_2(H_2O)]^-$

د) رباعي كلورو نيكلات (II) البوتاسيوم — $K_2[Ni(Cl)_4]$

هـ) رباعي كلورو مانغنات (II) البوتاسيوم — $K_2[Mn(Cl)_4]$

و) كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III) — $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

ز) رباعي كاربونيل نيكل (0) — $[Ni(CO)_4]$

ح) ايون (اثيلين ثنائي امين) رباعي يودو كرومات (III) — $[Cr(en)(I)_4]^-$

ط) ايون اكوا سيانو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III) — $[Co(en)_2(CN)(H_2O)]^{2+}$

ي) ايون رباعي امين نحاس (II) — $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

8-5 اذا كان لديك المركبات التناسقية الثلاثة الاتية:

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$ و $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ و $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ فما هو الاتي:

أ) العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في كل مركب ؟
ب) العدد التناسقي للكروم في كل مركب ؟
ج) أسماء هذه المركبات ؟

الحل:

	المركب التناسقي	التكافؤ الاولي	عدد التناسق	اسم المركب
1	$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$	+3	6	كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم(III) ثنائي الماء
2	$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$	+3	6	كلوريد سداسي اكوا الكروم(III)
3	$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$	+3	6	كلوريد خماسي اكوا كلورو الكروم(III)احادي الماء



5-9 اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1) العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو:

أ) 3　　ب) 1　　جـ) 6　　د) 5

الحل:

$$X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = +1 \Rightarrow X = +3$$

---

2) العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ هو: (2013 د1 – خارج العراق)

أ) 1　　ب) 2　　جـ) 3　　د) 4

الحل:

$$X + (0 \times 1) + (-1 \times 3) = -1 \Rightarrow X = +2$$

---

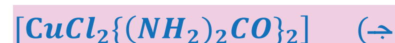
3) إن الصيغة التركيبية للمركب ثنائي كلورو بس(يوريا) نحاس (II) هي:



أ) $[Cu\{(NH_2)_2CO\}_2]Cl_2$



ب) $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl$



جـ) $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د) جميع الاجابات السابقة خطأ

الحل:

أ) كلوريد بس(يوريا) نحاس (II)

ب) كلوريد كلورو يوريا نحاس (II)

جـ) ثنائي كلورو بس(يوريا) نحاس (II)

---

4) ان اسم المركب $[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ $IUPAC$ هو:

أ) كلوريد ثلاثي امين كلورو برومو نايترو بلاتين (IV)

ب) كلوريد ثلاثي امين كلورو برومو نايترو كلورو بلاتين (IV)

جـ) كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين (IV)

د) كلوريد ثلاثي امين نايترو كلورو برومو بلاتين (IV)

5-10 اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) أجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية:



$[Co(CN)_4]^{2-}$ ، $[Zn(CN)_4]^{2-}$ ، $[CoCl_4]^{2-}$ ، $[Ni(dmg)_2]$ ، $[Pd(CN)_4]^{2-}$ ، $[PtCl_4]^{2-}$ ، $[ZnCl_2(NH_3)_2]$

أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية ؟

ب) ما الشكل الهندسي للمعقد ؟

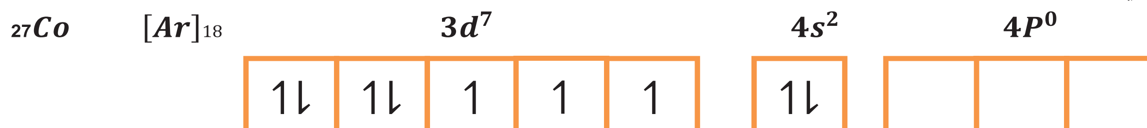
جـ) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ ولماذا ؟

الحل:



$[Co(CN)_4]^{2-}$　　(2015 /د1- خاص) (2017 /د 2) (2019 / تمهيدي) (2019 /د1)

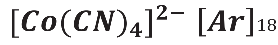
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:



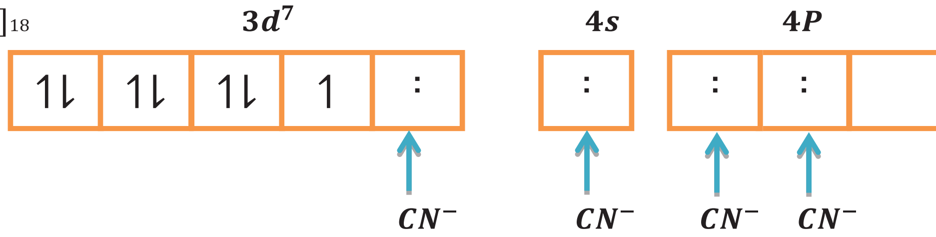
2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت :　$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :



$[Co(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$



- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود الكترون منفرد)

$[Zn(CN)_4]^{2-}$ ((3 د/ 2014) (2018 /د2- قارن مع $[Pd(CN)_4]^{2-}$))



1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:



$_{30}Zn$ $[Ar]_{18}$



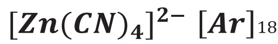
2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين : $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



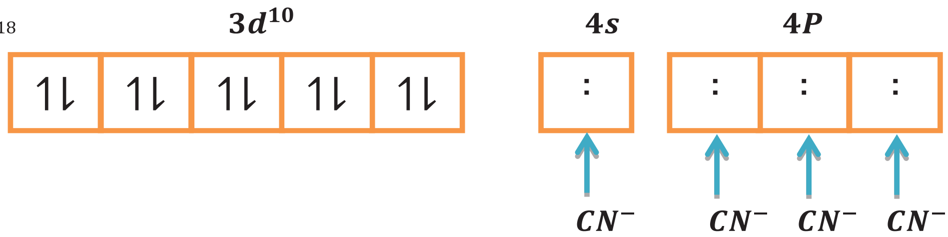
Zn^{2+} $[Ar]_{18}$



3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :



$[Zn(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$



- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي (لعدم وجود الكترون منفرد) (CN^- ليكند قوي ضاغط ولكن d ممتلىء)

$[CoCl_4]^{2-}$ ((1د/ 2019) (2 د/ 2017))



1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:



$_{27}Co$ $[Ar]_{18}$



2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



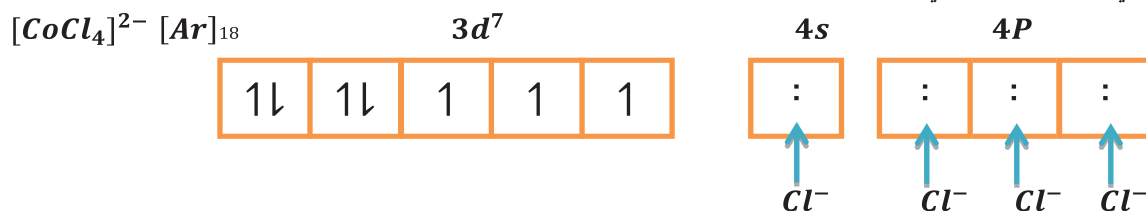
Co^{2+} $[Ar]_{18}$





3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[CoCl_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s$ $4P$

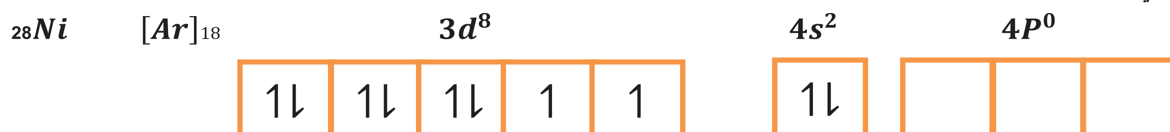


- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)

$[Ni(dmg)_2]$

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

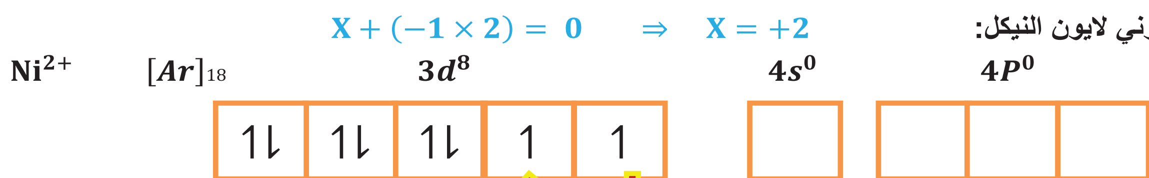
$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

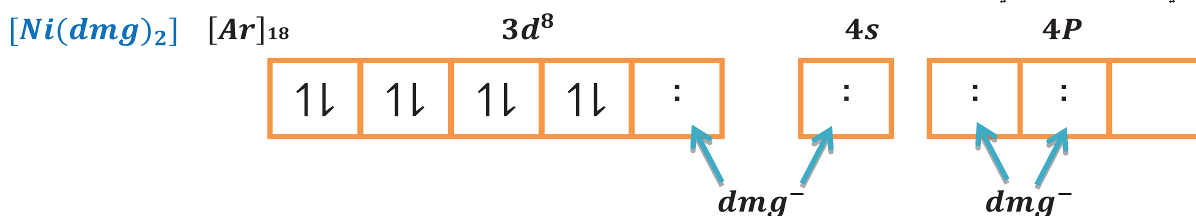
$X + (-1 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(dmg)_2]$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$

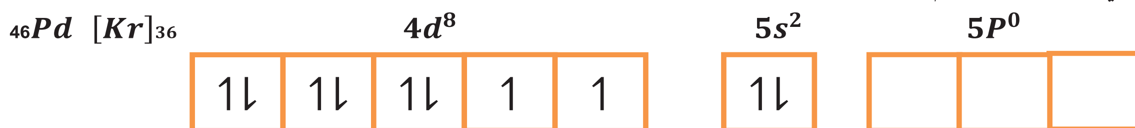


- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .

$[Pd(CN)_4]^{2-}$

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

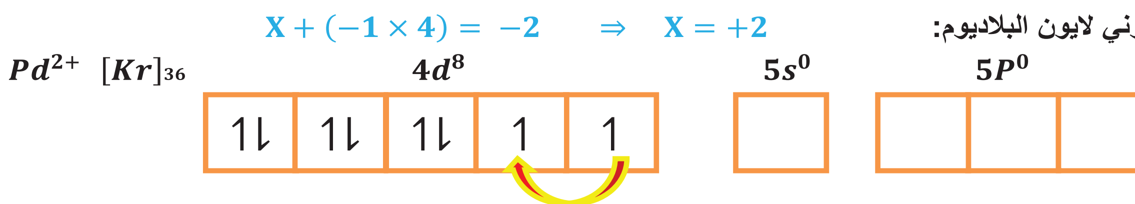
$_{46}Pd$ $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s^2$ $5P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:

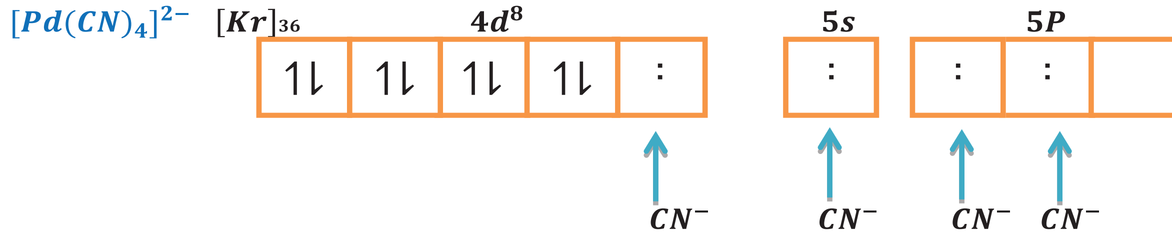
$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Pd^{2+} $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s^0$ $5P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[Pd(CN)_4]^{2-}$ $[Kr]_{36}$ $4d^8$ $5s$ $5P$



- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

$[PtCl_4]^{2-}$ (2015 /د2) (2018 /تمهيدي)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:

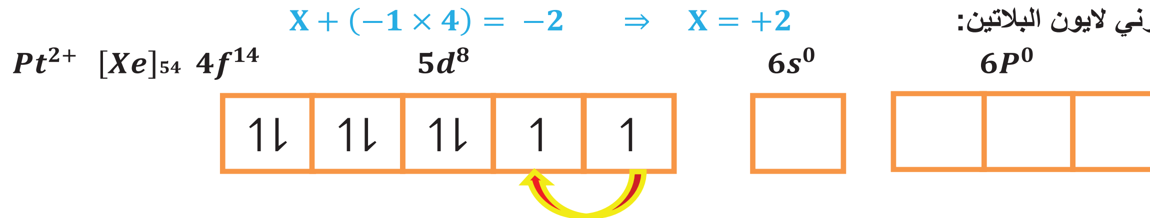
$_{78}Pt$ $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^2$ $6P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:

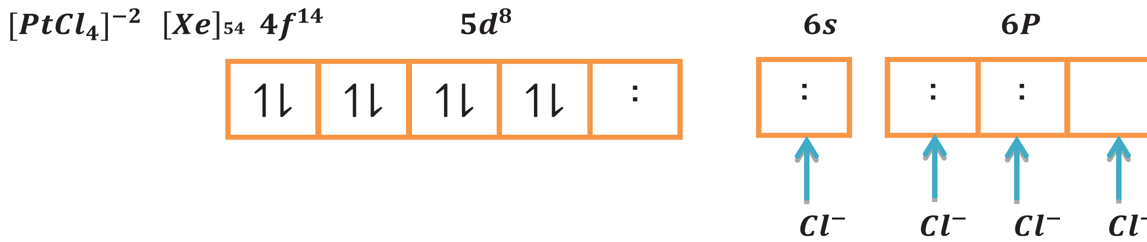
$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Pt^{2+} $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^0$ $6P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد :

$[PtCl_4]^{-2}$ $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s$ $6P$



- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ (2014 /د2 - خاص) (2015 /د1) (2016 /د2) (2019 /د 2)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

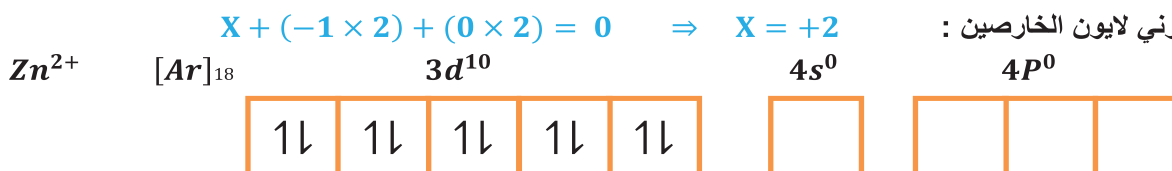
$_{30}Zn$ $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين :

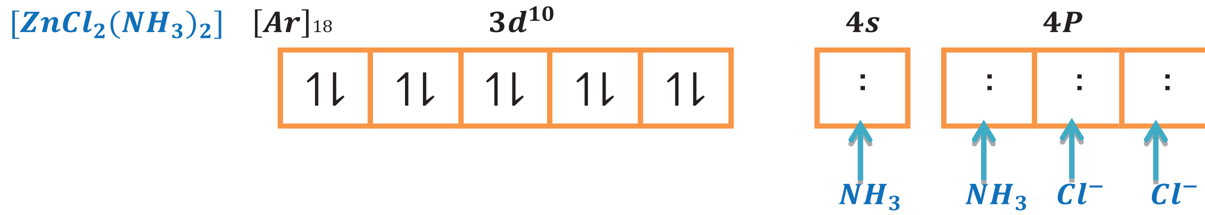
$X + (-1 \times 2) + (0 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

Zn^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4s^0$ $4P^0$





3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :



- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي (لعدم وجود الكترون منفرد)

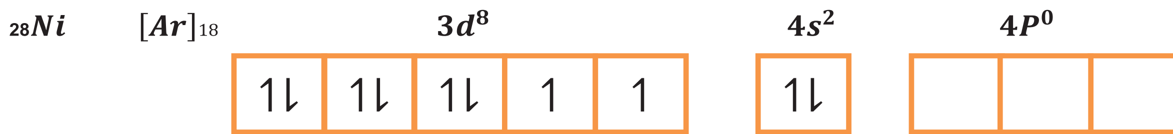


اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما هو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية ، وما قيمة (μ) لكل منها ؟ $[(Ni(NH_3)_4]^{2+}$ ، $[(Ni(H_2O)_4]^{2+}$.

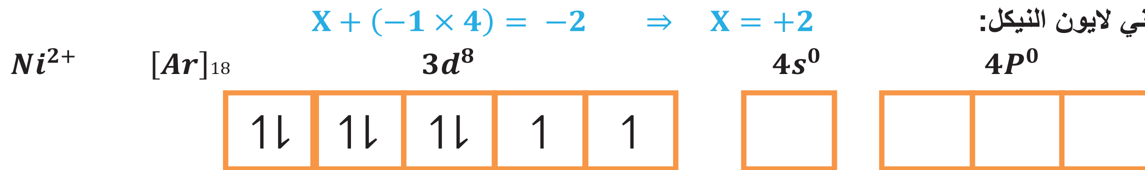
الحل: (2016 /د3) و (2016/د3) - قارن بين المركبين التناسقيين من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية)

$[(Ni(NH_3)_4]^{2+}$

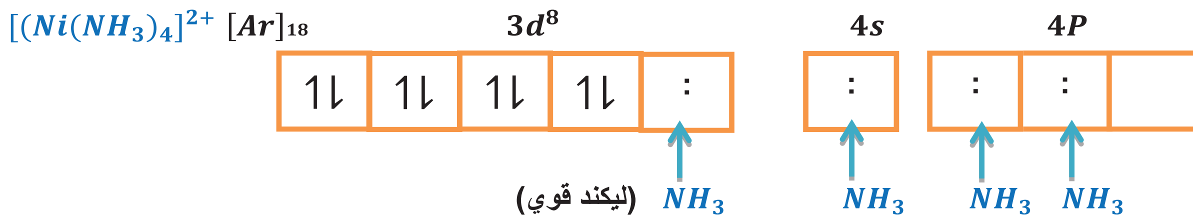
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

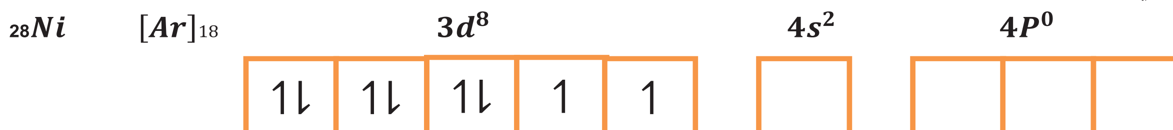


- عدد الالكترونات المنفردة $= 0$
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2))} = 0$

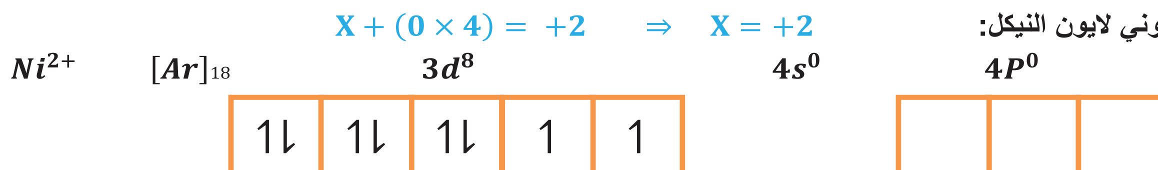


(2018 /د1- خ ق) (2019 /د1- خ ق)

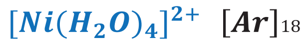
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



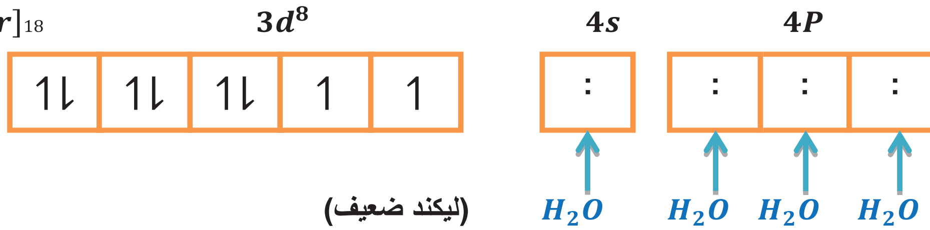
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



$[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$



- عدد الالكترونات المنفردة $= 2$
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}$ $\sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

12-5

لنفرض ان للنيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{2-}$ الليكند L حيث يمثل ليكند احادي المخلب جد:

1) شحنة الليكند L 2) التهجين للذرة المركزية في المعقد الايوني 3) الزخم المغناطيسي (μ) .

الحل:

1) شحنة الليكند:

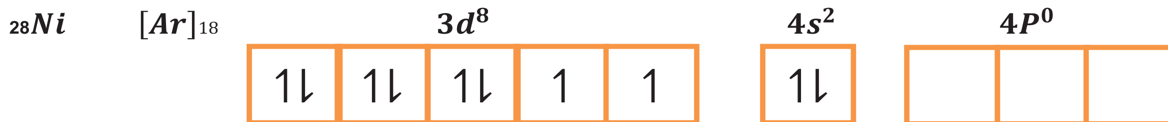
$$+2 + 4L = -2 \quad \Rightarrow \quad L = -1$$

2) التهجين للذرة المركزية في المعقد الايوني:

الحالة الاولى: عندما يكون الليكند ضعيفاً:

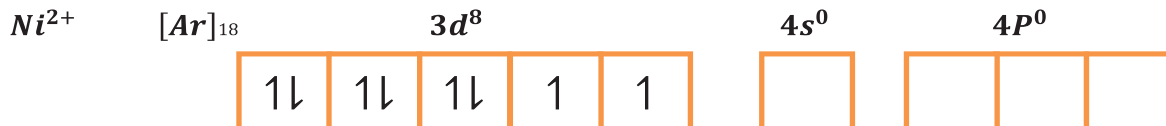
الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

${}_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



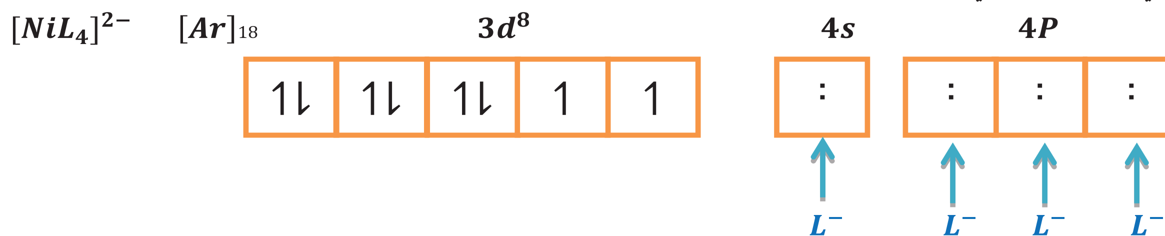
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل :

Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiL_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين sp^3
- الزخم المغناطيسي:

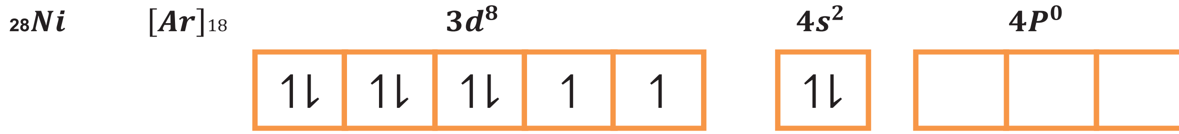
$$\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$$



الحالة الثانية: اذا كان الليكند L قوي:

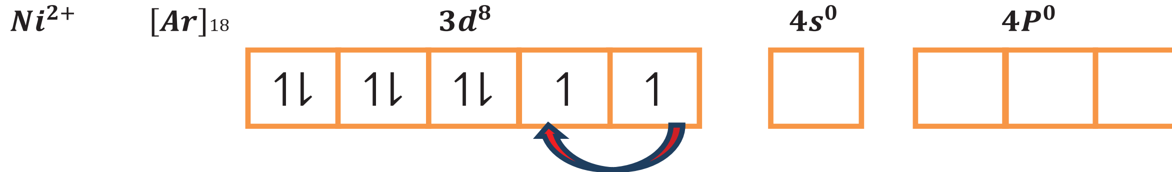
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



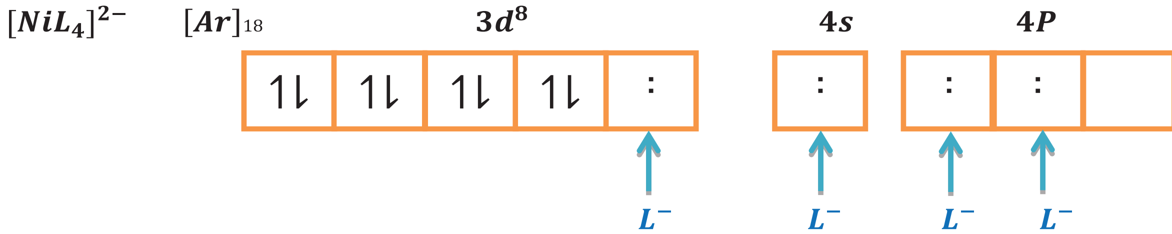
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل :

Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiL_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين dsp^2 ، الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

13-5

عرف المصطلحات الاتية:

المركب التناسقي ، ليكند ، ذرة مانحة ، عدد التناسق ، ليكندات كليتية

الحل: راجع الملزمة

مسائـــــــــــــل وزاريـــــــــــــة:

سؤال وزاري (2013/ د2)

ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للكوبلت في $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ ؟

سؤال وزاري (2013/ د3)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للمعقد $[Zn(CN)_4]^{2-}$ اذا علمت ان العدد الذري لـ $Zn = 30$.

سؤال وزاري (2013/ د3)

معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترونات مفردة فأن قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي . . . .

سؤال وزاري (2016/ د3)

ما الفرق بين ملح مور $FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . 6H_2O$ والمعقد التناسقي $K[FeCl_4]$ ؟

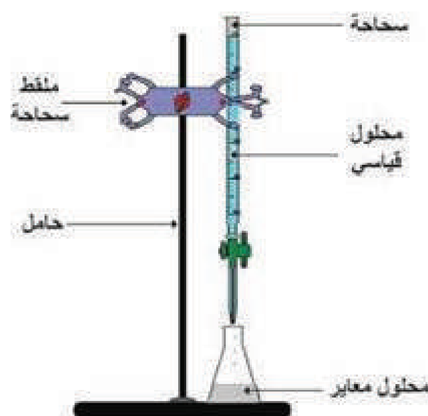
سؤال وزاري (2017/ د1- خارج القطر)

اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $Ca[Ni(CN)_4]$ اذا علمت ان العدد الذري لـ $Ni = 28$.

الفصـــل السادس

طرائق التحليل الكيميائي

اعداد الاستاذ حبيب الجنابي



2020



المقدمة:

الكيمياء التحليلية:

وهي فرع من فروع علم الكيمياء تقوم بتشخيص العينة المراد تحليلها (التحليل النوعي) وكذلك بتعين محتواها (التحليل الكمي) .

اهمية التحليل الكيميائي:

1) في دراسة تلوث الهواء: من خلال قياس كميات الهيدروكاربونات واكاسيد النتروجين وغاز CO_2 المنبعث من عوادم السيارات .

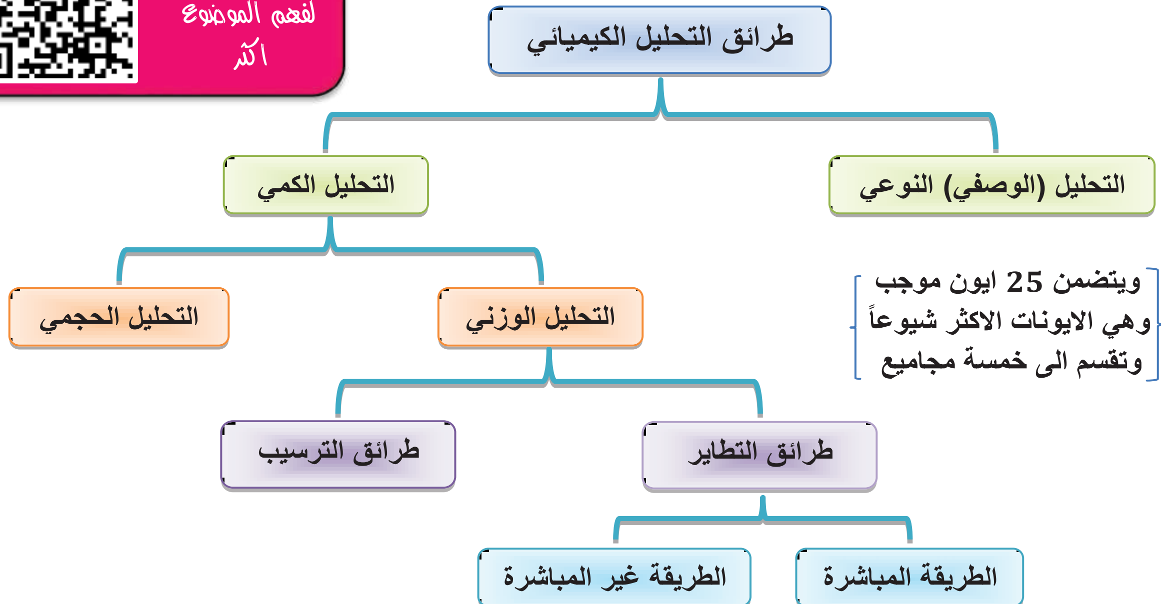
2) في المجال الطبي: حيث يمكن تشخيص الاصابة بمرض الغدة الدرقية من خلال قياس كمية الكالسيوم المتأين في دم الانسان .

3) في مجال الاغذية: يمكن التعرف على محتوى الغذاء من البروتين من خلال معرفة ما يحتويه الغذاء من النتروجين .

4) في مجال الصناعة: حيث ان عمليات التحليل الكمي تحدد مواصفات الحديد المنتج من حيث القوة والصلابة وقابليته على مقاومة التآكل



ملخص



التحليل (الوصفي) النوعي:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة او مزيج من المواد والاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الاخر .

س/ كيف يتم تشخيص المادة المراد تحليلها ؟

ج/ وذلك من خلال تحويلها عادة بمساعدة مادة اخرى معروفة التركيب (تدعى الكاشف) بواسطة تفاعل كيميائي الى مركب جديد ذو خواص معروفة وكالاتي:

مركب جديد (معلوم الصيغة الكيميائية) ⟵ كاشف (عامل مرسب) + المادة المراد تحليلها (الايون الموجب)

س/ كيف يتم اجراء عملية تحليل وصفي لمزيج مكون من مجموعة من الايونات الموجبة ؟

ج/ وذلك من خلال خطوتين:

1) فصل الايونات بعضها عن البعض الاخر .

2) الكشف عن وجود كل ايون من عدمه من خلال اجراء تفاعلات كيميائية معروفة .



المجاميع الخمسة من الايونات الموجبة وعواملها المرسبة والصيغ الكيميائية للرواسب الناتجة:

المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	ايونات المجموعة	صيغة الراسب
I	حامض HCl المخفف	Ag^{+} ، Hg_2^{2+} ، Pb^{2+} فضة ، زئبقوز ، رصاص	$AgCl$ ، Hg_2Cl_2 ، $PbCl_2$
II	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف (2019/د1- خ ق) العامل المرسب	Hg^{2+}، Cu^{2+} , Sn^{2+}, Cd^{2+}، Pb^{2+} رصاص ، كادميوم ، قصدير ، نحاس ، زئبقيك Bi^{3+} ، As^{3+} ، Sb^{3+} انتيمون ، زرنيخ ، بزموث	HgS ، PbS ، CuS SnS ، CdS Bi_2S_3 ، As_2S_3 ، Sb_2S_3
III A	هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl	Al^{3+} ، Cr^{3+} ، Fe^{3+} حديديك ، كروم ، المنيوم	$Al(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ ، $Fe(OH)_3$
III B	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl	Ni^{2+} ، Zn^{2+} ، Co^{2+} ، Mn^{2+} منغنيز ، كوبلت ، خارصين ، نيكل	NiS ، ZnS CoS ، MnS
IV	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl (2017 /د 1- خارج القطر)	Ca^{2+} ، Ba^{2+} ، Sr^{2+} سترونتيوم ، باريوم ، كالسيوم	$CaCO_3$ ، $BaCO_3$ ، $SrCO_3$
V	تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	K^{+} ، Na^{+} ، Mg^{2+} ، NH_4^{+} امونيوم ، مغنيسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم	

خطوات فصل المجاميع الخمسة:

1) نضيف حامض الهيدروكلوريك المخفف لترسيب ايونات المجموعة الاولى I (Ag^{+}, Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) على شكل كلوريدات وتفصل بالترشيح .

2) نمرر غاز H_2S بوجود HCl المخفف على الراشح لترسيب وفصل ايونات المجموعة الثانية II (Hg^{2+}، Cu^{2+} , Sn^{2+}, Cd^{2+}، Pb^{2+} ، Bi^{3+} ، As^{3+} ، Sb^{3+}) على شكل كبريتيدات وتفصل بالترشيح .

3) نضيف محلول NH_4OH بوجود NH_4Cl الى الراشح لفصل ايونات المجموعة الثالثة $IIIA$ (Al^{3+} ، Cr^{3+} ، Fe^{3+}) على شكل هيدروكسيدات وتفصل بالترشيح .

4) نضيف محلول H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl الى الراشح المتبقي لفصل ايونات المجموعة الثالثة $IIIB$ (Ni^{2+} ، Zn^{2+} ، Co^{2+} ، Mn^{2+}) وتترسب على شكل كبريتيدات وتفصل بالترشيح .

5) اضافة $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl الى الراشح المتبقي لفصل ايونات المجموعة الرابعة IV (Ca^{2+} ، Ba^{2+} ، Sr^{2+}) على شكل كاربونات وتفصل بالترشيح .

6) امـــا الراشح المتبقي بعد اجراء الخطوات فهو يحوي ايونات المجموعة الخامسة V (K^{+} ، Na^{+} ، Mg^{2+} ، NH_4^{+}) حيث تبقى ذائبة بدون ترسيب .

وبعد اتمام فصل الايونات الموجبة حسب مجاميعها يتم التعامل مع الرواسب الناتجة لكل مجموعة لغرض اكمال عملية التحليل من خلال الكشف عن وجود كل ايون من عدمه في كل مجموعة ، وسنكتفي هنا بفصل ايونات المجموعة (I) عن بقية المجاميع وطرائق الكشف عن ايون فيها .

س/ يصنف ايون الرصاص Pb^{2+} ضمن المجموعتين I و II ؟ (2014/د1 - خاص) (2014/د2– خاص)

ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ كبيرة نسبياً مما يسبب في بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة HCl .

ملاحظة: يجب التمييز بين الزئبقوز Hg_2^{2+} (احادي التكافؤ من المجموعة I) و Hg^{2+} الزئبقيك (ثنائي التكافؤ من المجموعة II) .

تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى:

بعد فصل ايونات المجموعة الاولى (Ag^+ ، Hg_2^{2+} ، Pb^{2+}) من خلال ترسيبها على هيئة كلوريدات ($AgCl$ ، Hg_2Cl_2 ،$PbCl_2$) يتم الكشف عن كل ايون بعد فصله عن الايونات الاخرى وحسب الخطوات الاتية:

1) يذوب راسب $PbCl_2$ في الماء المغلي بينما لايتاثر $AgCl$ و Hg_2Cl_2 ، وبعد ذوبان $PbCl_2$ يتم فصله بعملية الترشيح ويتم الكشف عن ايون Pb^{2+} في الراشح بأضافة محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 اليه ليكون راسب اصفر من كرومات الرصاص في حالة وجود ايون الرصاص:



$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2KCl$$

ذائب ، راسب اصفر

2) يضاف محلول الامونيا المخفف الى الراسب المتبقي ($AgCl$ و Hg_2Cl_2) بعد فصل كلوريد الرصاص $PbCl_2$ حيث

- يذوب $AgCl$ في محلول الامونيا المخفف لينتج مركب معقد ذائب هو كلوريد الفضة الامونياكي $[Ag(NH_3)_2Cl]$ وكالاتي:



$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

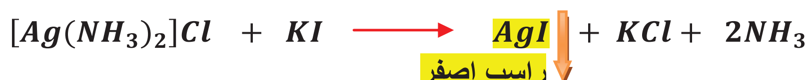
معقد ذائب

ثم يتم فصله بالترشيح ، ويمكن الكشف عن ايون الفضة في الراشح من خلال اضافة محلول حامض النتريك HNO_3 المخفف ليعطي راسباً ابيض او اضافة محلول يوديد البوتاسيوم KI ليعطي راسباً اصفر وكالاتي:



$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \longrightarrow AgCl \downarrow + 2NH_4NO_3$$

راسب ابيض



$$[Ag(NH_3)_2]Cl + KI \longrightarrow AgI \downarrow + KCl + 2NH_3$$

راسب اصفر

- يتفاعل كلوريد الزئبق I Hg_2Cl_2 مع محلول الامونيا المضاف ليتحول الى مزيج غير ذائب (راسب) ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق :



$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \longrightarrow Hg(NH_2)Cl \downarrow + Hg \downarrow + NH_4Cl$$

راسب ابيض ، راسب اسود

ثم يضاف الماء الملكي (مزيج مكون من $3HCl + HNO_3$) اليه (اي للرواسب اعلاه) لتحويل الزئبق الى ملح ذائب ($HgCl_2$) ، ثم يكشف عن الزئبق بأضافة محلول كلوريد القصدير II $SnCl_2$ الذي يحول المحلول الى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود وحسب المعادلتين الاتيتين:



$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2 \downarrow$$

راسب ابيض



$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + 2Hg \downarrow$$

راسب اسود (وهذا دلالة على وجود ايون Hg_2^{2+})

مثال 6-1 كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III) ؟ (2013/د1) (2013/د3 – الفضة والكادميوم) (2017/د2) (2019 / تمهيدي)

الحل:

بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة الاولى وايون الكادميوم Cd^{2+} ضمن المجموعة الثانية وايون الحديد (III) Fe^{3+} يصنف ضمن المجموعة الثالثة A ، لذلك تفصل حسب الاضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه المجاميع وكالاتي:

1) يفصل ايون Ag^+ بأضافة محلول HCl المخفف ليترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ثم يفصل بالترشيح بينما لاتترسب ايونات الكادميوم والحديد (III) بل تبقى ذائبة في المحلول .

2) يفصل ايون Cd^{2+} بأمرار غاز H_2S المحمض فيترسب على هيئة CdS ثم يفصل بالترشيح .

3) يبقى ايون Fe^{3+} لوحده في المحلول بعد ترسيب Ag^+ و Cd^{2+} حيث يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$.



تمرين 6-1

اكمل المعادلات الاتية:

1) 

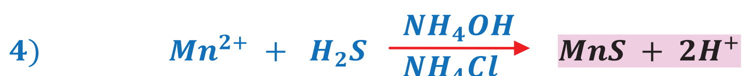
$$Hg_2^{2+} + 2HCl \longrightarrow Hg_2Cl_2 + 2H^+$$

2)  (2019 /د2)

$$2Bi^{3+} + 3H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Bi_2S_3 + 6H^+$$

3) 

$$Al^{3+} + 3NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Al(OH)_3 + 3NH_4^+$$

4) 

$$Mn^{2+} + H_2S \xrightarrow[NH_4Cl]{NH_4OH} MnS + 2H^+$$

التحليل الكمي:

تعريفه: وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج (2013/د3)

مثال: تعين النسبة المئوية للحديد في نموذج صخري .

توضيح: يمكن انجاز عملية التحليل الكمي وذلك بأجراء عمليتي قياس الاولى تتعلق بكمية النموذج قيد الدراسة والثانية تخص كمية المكون المراد قياسه والذي يحتويه النموذج ، امـــا كمية المادة التي يتم قياسها فهي مثلاً (عدد المولات ، عدد المكافئات الغرامية ، الكتلة ، الحجم) .

الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي:

1) **النمذجة:** ويقصد بها الحصول على النموذج بشكل صحيح يمثل العينة بالاخص اذا كانت العينة غير متجانسة .
2) **اعداد النموذج:** وتشمل عمليات الطحن والمجانسة والتخلص من الرطوبة للنموذج (العينة) .
3) **قياس كمية النموذج:** أي قياس كتلة النموذج في حجمه بشكل دقيق .
4) **اذابة النموذج:** وتتم بأذابة النموذج في مذيب مناسب للحصول على محلول يصلح لعملية التحليل الكيميائي الكمي .
5) **فصل المتداخلات:** اي فصل المكونات الموجودة اصلاً في النموذج والتي تسبب تداخلاً في عملية التحليل الكيميائي (اي تؤثر سلباً على عملية التحليل الكيميائي .

انواع طرائق التحليل الكمي:

1) طرائق التحليل الوزني
2) طرائق التحليل الحجمي



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

1) طرائق التحليل الوزني:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل وقياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها .

ويمكن انجاز خطوة عزل المادة (التي تحوي المكون المراد تقديره) في عملية التحليل الوزني بعدد من الطرائق اهمها: (2019 /د1)

أ) طرائق التطاير
ب) طرائق الترسيب
ج) طرائق الترسيب الكهربائي
د) طرائق فيزيائية اخرى

أ) طرائق التطاير

وهي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير(الذي يتحول الى حالة غازية او بخارية) الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته بطريقة مباشرة او غير مباشرة .

1) طريقة التطاير المباشرة:

وهي الطريقة التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته عن طريق امتصاص المادة المتطايرة في وسط مناسب ويتم ايجاد كتلتها بصورة مباشرة .

2) طريقة التطاير غير المباشرة:

وهي الطريقة التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته من النقص الحاصل في الكتلة قبل وبعد عملية التطاير .

س/ ما هي الوسائل التي تتم بها عملية التطاير ؟

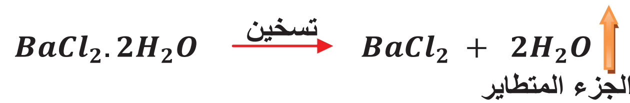
ج//

1) بواسطة عملية الحرق البسيطة (التسخين الى درجات حرارية عالية) .
2) معاملة العينة مع كواشف كيميائية معينة .

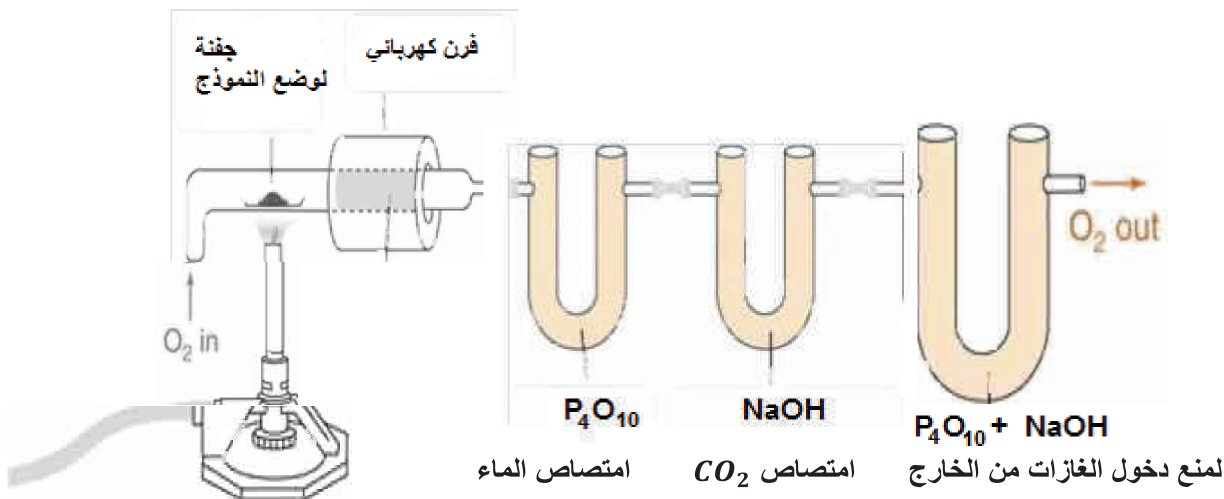
توضيح :

مثال: يمكن تعيين النسبة المئوية لماء التبلور في ملح كلوريد الباريوم المائي $BaCl_2.2H_2O$ وكالاتي:

أ) طريقة التطاير المباشرة: وذلك بتسخين كتلة معلومة من العينة في فرن كهربائي معزول



حيث يتم امتصاص بخار الماء المتطاير في وسط مناسب ثم ايجاد كتلته بعد ذلك .



ب) طريقة التطاير غير المباشرة:

حيث يتم تسخين العينة في جو مفتوح يسمح لبخار الماء المتطاير ان يتطاير في الهواء ومن ثم يتم وزن الجزء غير المتطاير($BaCl_2$) وايجاد كتلة الماء من الفرق الحاصل في كتلة العينة قبل عملية التطاير وبعدها ،

وحسب القانون الاتي:

$$m_{H_2O} = m_{BaCl_2.2H_2O} - m_{BaCl_2}$$

الجزء المتطاير = العينة قبل التسخين − العينة بعد التسخين



ملاحظات مهمة:

1) المركبات المتطايرة هي الغازات كثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 وبخار الماء H_2O .

2) في عملية تسخين العينة (التجفيف) فأن الجزء المتطاير هو الماء H_2O ويمكن حساب كتلته بالطريقة المباشرة او غير المباشرة ، (لاحظ المثال السابق و مثال $6-2$) .

3) في عملية الحرق (الاحتراق) وتفاعل العينة مع الاوكسجين لتكوين غاز CO_2 وبخار الماء H_2O فأن الجزء المتطاير يتم ايجاده بطريقة التطاير المباشرة (لاحظ مثال $6-3$ و تمرين $6-2$ و س 5 النقطة 5 من اسئلة الفصل وس 7) .

4) يمكن ايجاد النسبة المئوية للمكون في النموذج كالاتي:

$$\text{المكون}\% = \frac{m\ \text{كتلة المكون}}{m\ \text{كتلة العينة}} \times 100$$

5) يجب ان يكون كل من المكون والعينة بنفس الوحدة اي اما كلاهما بوحدة الغرام (g) او بوحدة مليغرام (mg) .

مثال 6-2

تم تحليل عينة كتلتها $1.451\ g$ من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي $BaCl_2.2H_2O$ لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك بأتباع طريقة التطاير غير المباشرة . تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة $125\ C^o$ ، وبعد التبريد في محيط جاف ، وجد ان كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي $1.236\ g$. احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة .

الحل:



$$BaCl_2.2H_2O \xrightarrow[\text{تسخين}]{} BaCl_2 + 2H_2O$$

$$m_{H_2O}(g) = m_{BaCl_2.2H_2O} - m_{BaCl_2}$$

$$m_{H_2O}(g) = 1.451\ (g) - 1.236\ (g)$$

$$m_{H_2O}(g) = 0.215\ g$$

$$\%\ H_2O = \frac{m_{H_2O}(g)}{m_{BaCl_2.2H_2O}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ H_2O = \frac{0.215(g)}{1.451\ (g)} \times 100 = 14.81\%$$

ملاحظة: طريقة الحل هي طريقة تطاير غير مباشرة لان كتلة الجزء المتطاير (H_2O) تم ايجادها من الفرق في الكتلة قبل وبعد التسخين

مثال 6-3

تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة . فبعد حرق $15.24\ mg$ من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب ، وجد ان كتلة CO_2 تساوي $22.36\ mg$. احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب . (تمهيدي/ 2013)

الحل: لحساب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب لابد من حساب كتلة الكاربون من كتلة غاز CO_2 الناتج لان مصدر هذا الغاز هو احتراق عنصر الكاربون الموجود في المركب وكالاتي:



$$C \xrightarrow{\text{حرق بوجود الاوكسجين}} CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\ (mg) \times \frac{M_C\ (g/mol)}{M_{CO_2}\ (g/mol)}$$

$$m_C = 22.36\ mg \times \frac{12\ (g/mol)}{44\ (g/mol)} = 6.1\ mg$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{6.1\ mg}{15.24\ mg} \times 100 = 40\ \%$$

ملاحظة: طريقة التطاير هي طريقة تطاير مباشرة لان المكون المتطاير CO_2 معلوم الكتلة

تمرين 2-6 تم تحليل سبيكة النيكروم (سبيكة مكونة من عنصرين اساسيين هما النيكل والكروم اضافة الى كمية قليلة جداً من الكاربون) وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق $1.4\ g$ منها بوجود الاوكسجين . وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي $2.2\ mg$ احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة (2017 /د3- خ ق)

الحل:

$$C \xrightarrow{\text{حرق بوجود الاوكسجين}} CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\ (mg) \times \frac{M_C\ (g/mol)}{M_{CO_2}\ (g/mol)}$$

$$m_C = 2.2\ mg \times \frac{12\ (g/mol)}{44\ (g/mol)} = 0.6\ mg$$

بما ان كتلة العينة بـ (g) لذلك نحول كتلة الكاربون من mg الى g وكالاتي:

$$m_C = 0.6\ mg \times \frac{1\ g}{1000\ mg} = 0.0006\ g$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{السبيكة}}} \times 100$$

$$\%\ C = \frac{0.0006\ g}{1.4\ g} \times 100 = 0.043\ \%$$

ب) طرائق الترسيب:

وهي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب .



ميزان حساس

خطوات طرائق الترسيب: (2016/د3 – عدد خطوات الترسيب)

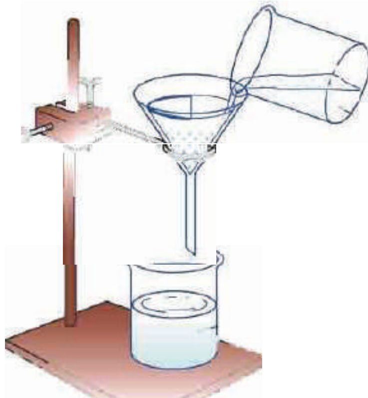
1) اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب ، ويتم الوزن بموازين تختلف في دقتها فمنها ماهو دقيق تصل دقته الى اربع مراتب عشرية من الغرام ومنها ما دقته مرتبة عشرية واحدة من الغرام وهو الاقل دقة .


اضافة عامل مرسب

2) ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة مركب شحيح الذوبان (راسب) وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب (صيغة الراسب) وذلك بأضافة كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل المرسب .

المكون المراد تقديره + كاشف (عامل مرسب) ⟵ صيغة الترسيب (معلوم الصيغة الكيميائية)

3) فصل وعزل الراسب بالترشيح .


فصل الراسب وغسله

4) غسل الراسب بعد فصله بالترشيح والموجود على ورقة الترشيح بأضافة محلول غسيل ملائم على الراسب .

محلول الغسيل:

اهميته: للتخلص من كمية الملوثات العالقة على سطح الراسب .

شروطه:

1) ان لا يؤثر على ذوبانية الراسب بل يساعد على ذوبان الملوثات فقط .
2) ان لا يكون مركبات متطايرة مع الراسب .
3) ان يكون المحلول المستعمل لغسل الراسب سهل التطاير للتخلص منه لاحقا .



5) تجفيف الراسب: اي تحويل الراسب من صيغة الترسيب الى صيغة وزنية ملائمة .



س/ كيف يتم تحويل صيغة الترسيب الى صيغة وزنية ؟

ج//

1) في عملية التجفيف:

وفيها يتم التخلص من الرطوبة فقط (الماء الموجود في الراسب)
ويحدث ذلك عند درجات حرارة معتدلة قد تتجاوز $(100\ C^o)$ ،

مثال:







2) في عملية الحرق:

عملية الحرق تؤدي اضافة الى التخلص من الماء الموجود في الراسب يؤدي الى تفكك الراسب ويتم ذلك في درجات الحرارة العالية قد تصل الى $(1000\ C^o)$ ،



مثال:



ملاحظات:

1) يجب التمييز بين صيغة الراسب والصيغة الوزنية ، حيث ان الصيغة الوزنية هي الصيغة النهائية بعد عملية التجفيف او الحرق والتي يتم وزنها بالخطوة رقم 6

2) يجب التمييز بين عملية التجفيف وعملية الحرق والفرق بينهما .

6) وزن الراسب وهو على هيئة صيغة وزنية لايجاد كتلته بشكل دقيق .

عوامل نجاح التحليل الوزني بطريقة الترسيب: (2014/د3) (2015/د1- خاص) (2017 /د2- خارج القطر) (2019 /د 2)

1) يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبان قليلة جداً) ، علل ذلك ؟ (2018 /د1) (2019 /د3)
لاجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح .

2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله والتخلص من الملوثات ، ومن اهم هذه الصفات هي:

أ) ان تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً وان يكون الراسب بلورياً ، علل ذلك ؟
وذلك لكي تكون اقل عرضة للتلوث ولا تمر من خلال ورق الترشيح اي سهولة فصلها .

ب) ان لايتأثر حجم هذه الدقائق بعملية غسل الراسب .

3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة (صيغة وزنية) ، ويتم ذلك بالتجفيف او الحرق او معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة .

قابلية فصل الراسب المتكون بالترشيح ونقاوته:

تعتمد قابلية فصل الراسب المتكون ونقاوته بشكل اساسي على حجم دقائق الراسب المتكون ، ويمكن القول بشكل عام ان دقائق الراسب ذات الحجم الكبير تكون اهميتها في:

1) يمكن فصلها بالترشيح بشكل تام وبسرعة وسهولة ، اما الراسب ذو حجم دقائق صغيرة فأنه يحتاج الى استخدام اوساط ترشيح ذات مسامات صغيرة مما يؤدي الى صعوبة وبطء في عملية الفصل .
2) يكون الراسب اقل عرضة للتلوث .

العوامل (الشروط) المؤثرة على حجم دقائق الراسب: (2013/د2) (2019 / تمهيدي) ⟵ (تعداد فقط)

كما ذكرنا انفاً يفضل ان يكون للراسب حجم دقائق كبير ، ويؤثر في ذلك عدد من العوامل بعض يخص الراسب(صفات الراسب ، النقطة 1،2) وبعضها يخص الظروف التي تجري بها عملية الترسيب (النقطة 3 ، 4) وهذه العوامل امـــا تؤدي الى الحصول على راسب بشكل عالق غروي (ذو دقائق صغيرة قطرها $10^{-4}-10^{-6}mm$) وهذه لا يمكن فصلها بالترشيح لانها تبقى عالقة في المحلول ، او الحصول على راسب بلوري ذو دقائق كبيرة نسبياً ويمكن فصلها بالترشيح بالسهولة ، علماً ان الغاية من اجراء عملية الترسيب هي الحصول على راسب متبلور ، ومن اهم العوامل او الشروط المؤثرة في ذلك هي:

1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي: حيث ان بعض المواد تكون شحيحة الذوبان مثل $BaSO_4$ وتميل الى تكوين راسب بلوري مقارنة مع مواد اخرى مثل $AgCl$ وتحت نفس الظروف التي تجري بها عملية الترسيب علماً ان كلا الملحين لهما نفس الذوبانية تقريباً.

2) ذوبانية الراسب: حيث تميل الرواسب ذات الذوبانية العالية نسبياً الى تكوين رواسب بلورية والعكس صحيح .

3) درجة الحرارة: ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور ، علل ذلك ؟
وذلك لان ارتفاع درجة الحرارة (التسخين) يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات .
(2013/د1) (2017 /د 2- موصل) (2017 /د3)

4) تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب: يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب مع اضافة العامل المرسب ببط وتحريك مستمر لمحلول الترسيب لكي يعطي فرصة لبناء بلورات الراسب .

التركيب الكيميائي للراسب والحسابات في التحليل الكمي الوزني:

التركيب الكيميائي للراسب:

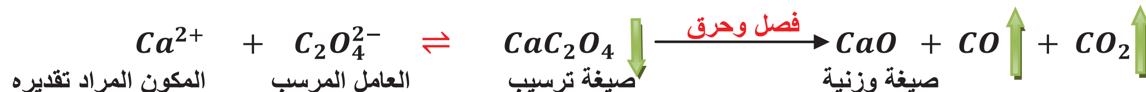
في عملية التحليل الوزني تكون الخطوة النهائية بعد خطوة التجفيف او الحرق هي عملية وزن الراسب بشكل دقيق أي ايجاد كتلته ولكن هذه الكتلة لا تكون كتلة المكون المراد تقديره انما هي لمادة اخرى تحوي في تركيبها الكيميائي هذا المكون .

امثلة:

1) في عملية تحليل وزني لتقدير الباريوم في عينة يتم ترسيب الباريوم Ba على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ وبعد اتمام عملية الترسيب وفصل وغسل وتجفيف الراسب يتم وزنه على هيئة (صيغة وزنية) .



2) في عملية تحليل وزني لتقدير الكالسيوم في عينة يتم ترسيب Ca على هيئة $CaSO_4$ وبعد اتمام عملية الترسيب وفصل وغسل وحرق الراسب يتم وزنه على هيئة (صيغة وزنية) .





الحسابات في الترسيب:

تعتمد الحسابات هنا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة اساساً على المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل (أي على نسبة عدد المولات للمواد المتفاعلة والناتجة) ، حيث يمكن ايجاد كتلة المكون المراد تقديره من كتلة الصيغة الوزنية وكذلك يمكن ايجاد النسبة المئوية % للمكون في العينة من كتلة العينة كما في القوانين الاتية:

1) $$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{(\text{المكون المراد تقديره})}\ (g/mol)}{M_{(\text{الصيغةالوزنية})}\ (g/mol)}$$

2) $$m_{(\text{المكون المراد تقديره})}(g) = G_f \times m_{(\text{الصيغةالوزنية})}(g)$$

3) $$\%\ \text{المكون المراد تقديره} = \frac{m_{\text{المكون}}}{m_{\text{العينة}}} \times 100$$

المعامل الوزني G_f :

تعريفه: هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر(او جزيئات) المكون المراد تقديره وهو خالي من الوحدات .

(د2/2014) (د1/2015) (د1-/2015 خاص) (تمهيدي/ 2016) (د1/ 2017) (د1/ 2017 -موصل) (د3/ 2017)

امـــــــا a و b : فيمثلان اصغر الاعداد الصحيحة التي لها قيم مناسبة لجعل الصيغتين الكيميائيتين في البسط والمقام تحويان على نفس العدد من المكون المراد تقديره .

اهميته: بعد ايجاده G_f من العلاقة (1) اعلاه يستفاد منه في حساب كتلة المكون المراد تقديره كما في العلاقة (2) اعلاه .

ملاحظة:

ويمكن من G_f ايجاد الكتلة المولية للمكون او الصيغة الوزنية اذا كان احدهما مجهول والاخر معلوم لاحظ سؤال 16 نهاية الفصل .

مثال 6-4

احسب المعامل الوزني للكلور (مكون يراد تقديره) $(M = 35.5\ g/mol)$ في راسب كلوريد الفضة $AgCl$ (صيغة وزنية) $(M = 143.5\ g/mol)$.

الحل:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Cl}\ (g/mol)}{M_{AgCl}\ (g/mol)}$$

$$G_f = \frac{1}{1} \times \frac{35.5(\ g/mol)}{143.5(g/mol)} = 0.25$$

$a = b = 1$
لان عدد ذرات الكلور متساوية بالبسط والمقام

تمرين 6-4

احسب المعامل الوزني للحديد $(M = 56\ g/mol)$ في Fe_2O_3 $(M = 160\ g/mol)$

(د1/2013 – خارج العراق) (د1/2014) (د2/2016) (د3/2016) (د2/2017 - موصل)

الحل:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe}\ (g/mol)}{M_{Fe_2O_3}\ (g/mol)}$$

$$G_f = \frac{2}{1} \times \frac{56(\ g/mol)}{160(g/mol)} = 0.7$$

تمرين 6-3

اكمل الجدول الاتي: (2017 /د2- خ ق)

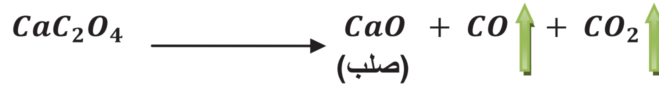
المكون المراد تقديره	الصيغة الوزنية	المعامل الوزني G_f
I	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_I}{M_{AgI}} = \frac{1}{1} \times \frac{127}{235} = 0.54$
Ni	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Ni}}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}} = \frac{1}{1} \times \frac{59}{289} = 0.2$
Fe_3O_4 (2د/2017)	Fe_2O_3 (2د/ 2018)	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}} = \frac{2}{3} \times \frac{231}{160} = 0.96$
MgI_2	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}} = \frac{1}{2} \times \frac{278}{235} = 0.59$ (د1- خارج القطر /2017)
$NH_4Al(SO_4)_2$	Al_2O_3	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NH_4Al(SO_4)_2}}{M_{Al_2O_3}} = \frac{2}{1} \times \frac{237}{102} = 4.65$

مثال 6-5

تم ترسيب $3.164\ g$ من اوكزالات الكالسيوم $(M = 128\ g/mol)$ ، ثم تم احراقها بشكل تام ، ما كتلة اوكسيد الكالسيوم $(M = 56\ g/mol)$ الناتجة عن عملية احتراقها .

الحل:

1) نكتب معادلة الحرق التام للاوكزالات:



$$CaC_2O_4 \longrightarrow \underset{(صلب)}{CaO} + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

2) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{CaO}}{M_{CaC_2O_4}} = \frac{1}{1} \times \frac{56\ g/mol}{128\ g/mol} = 0.437$$

$a = b = 1$
لان عدد ذرات الكالسيوم متساوية بالصيغتين

3) نجد كتلة اوكسيد الكالسيوم:

$$m_{CaO}(g) = G_f \times m_{CaC_2O_4}(g)$$

$$m_{CaO}(g) = 0.437 \times 3.164\ g = 1.384\ g$$

تمرين 6-5

تمت معاملة $120\ mg$ من مركب عضوي مع حامض النتريك ، ثم اضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كمياً على هيئة كلوريد الفضة احسب النسبة المئوية للكلور $(M = 35.5\ g/mol)$ في المركب اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت $153\ mg$ علماً ان الكتلة المولية لـ $AgCl$ تساوي $143.5\ g/mol$.

الحل: الحل بثلاث خطوات:

1) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Cl}\,(g/mol)}{M_{AgCl}\,(g/mol)} = \frac{1}{1} \times \frac{35.5(\,g/mol)}{143.5(g/mol)} = 0.247$$

2) نجد m_{Cl} :

$$m_{Cl}(mg) = G_f \times m_{AgCl}(mg)$$

$$m_{Cl}(mg) = 0.247 \times 153\ mg = 37.8\ mg$$

3) نجد % للكلور:

$$\%Cl = \frac{m_{Cl}}{m_{AgCl}} \times 100$$

$$\%Cl = \frac{37.8\ mg}{120\ mg} \times 100 = 31.5\ \%$$



تمرين 6-6

تم ترسيب محتوى الالمنيوم ، الموجودة في عينة كتلتها $0.764\ g$ ، بعد اذابتها على هيئة $Al_2O_3.XH_2O$ بأستعمال زيادة من محلول الامونيا المائي NH_4OH . وبعد فصل الراسب المتكون وغسله ، ثم تجفيفه ليتحول الى Al_2O_3 .

1) عين صيغة الترسيب والصيغة الوزنية في عملية التحليل هذه .

2) هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية ؟

3) احسب النسبة المئوية لـ Al_2O_3 $(M = 102\ g/mol)$ في العينة اذا علمت ان الكتلة النهائية للصيغة الوزنية التي تم الحصول عليها كان مساوياً لـ $0.127\ g$.

4) احسب النسبة المئوية للالمنيوم $(M = 27\ g/mol)$ في العينة .

الحل:

1) صيغة الترسيب هي $Al_2O_3.XH_2O$ ، امـــــــــا الصيغة الوزنية فهي Al_2O_3 .

2) لا يمكن استعمال صيغة الترسيب $Al_2O_3.XH_2O$ كصيغة وزنية لانها صيغة غير معلومة التركيب الكيميائي حيث ان عدد جزيئات ماء التبلور غير معلومة وبالتالي فأن كتلتها المولية M تكون مجهولة لذلك لا يمكن استخدامها لايجاد المعامل الوزني G_f او كتلة المكون المراد تقديره .

3) نحسب النسبة المئوية لـ Al_2O_3 :

$$\%\ Al_2O_3 = \frac{m_{Al_2O_3}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ Al_2O_3 = \frac{0.127\ (g)}{0.764\ \ (g)} \times 100$$

$$\%\ Al_2O_3 = 16.62\%$$

4) نحسب النسبة المئوية للالمنيوم : (الحل بثلاث خطوات)

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Al}\ (g/mol)}{M_{Al_2O_3}\ (g/mol)}$$

$$G_f = \frac{2}{1} \times \frac{27\ g/mol}{102\ g/mol} = 0.5294$$

$$m_{Al}(g) = G_f \times m_{Al_2O_3}(g)$$

$$m_{Al}(g) = 0.5294 \times 0.127\ g = 0.0672 g$$

$$\%\ Al = \frac{m_{Al}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ Al = \frac{0.0672\ (g)}{0.764\ \ (g)} \times 100$$

$$\%\ Al = 8.8\ \%$$

التحليل الحجمي

تعريفه: وهواحدى طرائق التحليل الكيميائي الكمي التي تعتمد بالاساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي (محلول قياسي - ذي تركيز معلوم بدقة) عند تفاعله كمياً مع محلول المكون المراد تقديره (محلول ذو تركيز مجهول) .

اهميته: حساب كمية المكون المراد تقديره من معرفة حجم المحلول القياسي المستهلك في التفاعل وحسب قوانين التكافؤ الكيميائي .

المحلول القياسي: هو ذلك المحلول الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (عدد غرامات او عدد مولات او عدد غرامات مكافئة . . .) وهو على نوعين محلول قياسي اولي ومحلول قياسي ثانوي . (2015 /د1- خ ق)

المحلول القياسي الاولي: وهو المحلول الذي يمكن الحصول عليه عن طريق التحضير المباشر للمحلول وذلك بأذابة كتلة معلومة من مادة قياسية في حجم معلوم من المذيب (الماء المقطر) (لاحظ تمرين 6 – 8 و 6 – 9 و 6 – 10) .

المحلول القياسي الثانوي: هو المحلول الذي يمكن الحصول بعملية المعايرة حيث يتم بواسطتها تعيين تركيز المحلول بشكل مضبوط عن طريق القياس الدقيق للحجم المستهلك فيه والذي يتفاعل كمياً مع كمية معلومة من مادة قياسية .

شروط المحاليل القياسية: (2015/د2) (2016 /د1- خ ق) (2016/د3) (2017 /د1) (2017/- تمهيدي) (2018 /د 2)

1) يجب ان تكون ذات نقاوة عالية .
2) يجب ان لاتتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (H_2O او CO_2 او O_2) .
3) يفضل ان يكون لها كتلة مكافئة EM عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن اللازمة للتحضير . (2017 /د2- خ ق) (2018 /د1- خ ق)
4) يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل (الماء دائماً) .
5) يفضل ان لاتكون سامة .
6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .



التسحيح:

وهو عملية الاضافة التدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في دورق ايرلنماير او بالعكس لحين اكتمال التفاعل بين الكاشف الكيميائي المضاف والمكون المراد تقديره والوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

اهميته: ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة .

نقطة التكافؤ: (2014 – تمهيدي) (2014/د1) (2019 /د3)
هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي ، ويمكن تحديدها من خلال تغير لون المحلول او تكون راسب ويمكن تمييز ذلك بسهولة بالعين المجردة

نقطة نهاية التفاعل: هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بالاعتماد على احد الدلائل المناسبة . (2018 – تمهيدي)

الدلائل: هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل . (2013/د1 – خارج العراق)

خطأ التسحيح: هو مقياس لمدى الاختلاف بين نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح .

التحليل التسحيحي: وهو مصطلح يطلق على التحليل الحجمي لكون ان عملية التسحيح هي العملية الاكثر شيوعاً واستعمالاً ، ولكن يبقى التحليل الحجمي اكثر شمولاً لانه يتضمن اضافة الى التحليل بأستعمال التسحيح يتضمن عمليات التحليل الكمي للغازات .



شروط التفاعلات الكيميائية في عملية التسحيح:

1) يجب ان يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة .
2) يجب ان يتجه التفاعل بأتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي) .
3) يجب ان يكون التفاعل سريع جداً ، او اضافة عامل مساعد لزيادة السرعة .
4) يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل عن طريق حصول تغير ملحوظ في صفات المحلول .

انواع التفاعلات الكيميائية المستخدمة في عملية التسحيح:

1) تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل):

وهي التفاعلات التي تتضمن اتحاد ايون الهيدروجين H^+ مع ايون الهيدروكسيد OH^- لينتج الماء وهي تشمل التفاعلات الاتية :

أ) تفاعل الحوامض مع القواعد (احدهما المحلول القياسي والاخر المكون المراد تقديره) .
ب) تفاعل الاملاح القاعدية مع الحوامض القوية (س ـ 18 و س ـ 20 اسئلة الفصل) .
جـ) تفاعل الاملاح الحامضية مع القواعد القوية .

2) تفاعلات التأكسد والاختزال:

وهي التفاعلات التي يحدث فيها تغير لاعداد التأكسد للمواد المشتركة فيها (تتضمن انتقال الكترونات) ، ويكون فيها المحلول القياسي إما عاملاً مؤكسداً او عاملاً مختزلاً .

3) تفاعلات الترسيب:

وهي التفاعلات التي تتضمن اتحاد الايونات الموجبة مع الايونات السالبة (عدا H^+ و OH^-) لتكوين رواسب بسيطة (وليس معقدة)

مثال:



$$Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$$

راسب

4) تفاعلات تكوين معقد:

وهي التفاعلات التي تتضمن اتحاد الايونات الموجبة مع الايونات السالبة (عدا H^+ و OH^-) لتكوين مركبات معقدة ذائبة وتكوين اواصر تناسقية ، مثال:

$$Ag^+ + 2CN^- \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-$$

مركب معقد ذائب

طرق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح:

التركيز المولاري	التركيز العياري(النورمالي) (2د/2015 - عرف)
هو عدد المولات المذابة في لتر واحد من المحلول	هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول
$M = \frac{n(mol)}{V(L)}$	$N_{(eq/L)} = \frac{Eg(eq)}{V(L)}$
$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$	$Eg_{(eq)} = \frac{m(g)}{EM(g/eq)}$
$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$	$N_{(eq/L)} = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$
$m\,(g) = M(mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$	$m\,(g) = N_{(eq/L)} \times EM(g/eq) \times V(L)$
حيث M - المولارية n - عدد المولات M – الكتلة المولية m – الكتلة	حيث N - النورمالية Eq – عدد المكافئات الغرامية EM – الكتلة المكافئة

الكتلة المولية M : وهي مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة للمركب وهي ثابتة ويعبر عنها بوحدة (g/mol) .

الكتلة المكافئة (EM) : وهي كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال (الذي يشترك في التفاعل) وهي كمية غير ثابتة اي تتغير مع تغير نوع التفاعل الكيميائي الذي تشترك فيه المادة اي يمكن ان يكون لمركب واحد اكثر من كتلة مكافئة وحسب نوع التفاعل الذي تشترك فيه .

العلاقة بين M و EM :
العلاقة هي:

$$EM(g/eq) = \frac{M(g/mol)}{\eta\ (eq/mol)}$$

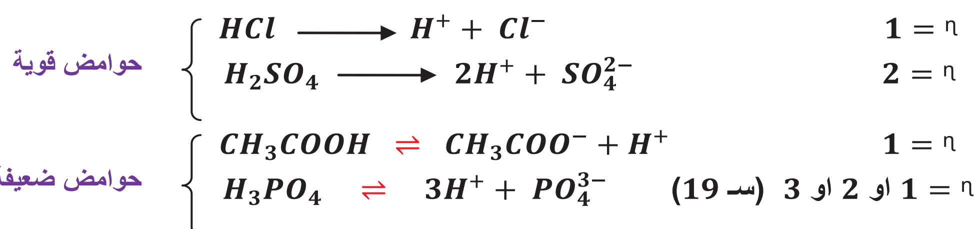
حيث η (ايتا) تمثل عدد مولات الجزء الفعال الذي η يشترك في التفاعل الكيميائي ،
وتكون قيمته $1 \leq \eta$ وتكون عدداً صحيحاً (1 , 2 , 3 , ...) .

س/ يفضل استعمال التركيز العياري (النورمالي) في حسابات التسحيح ؟
ج/ وذلك لتجنب الالتباس الذي يحصل في احتواء مول واحد من المادة على مول واحد او اكثر من الصنف الفعال (η) الذي يشترك في التفاعل ، وكذلك تجنب استعمال المعادلة الكيميائية .

كيفية حساب (η) عدد مولات الجزء الفعال:

1) تفاعلات التعادل:

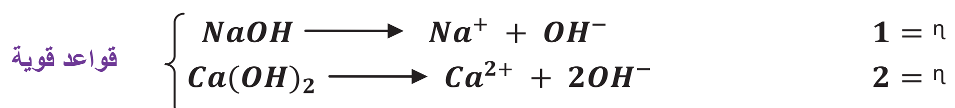
- η للحامض = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة H^+ من مول واحد من الحامض . كما في الامثلة الاتية:



حوامض قوية:
$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ $\quad \eta = 1$
$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ $\quad \eta = 2$

حوامض ضعيفة:
$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ $\quad \eta = 1$
$H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{3-}$ $\quad \eta = 1$ او 2 او 3 (س19)

- η للقاعدة = عدد ايونات الهيدروكسيد المتأينة OH^- من مول واحد من القاعدة . كما في الامثلة الاتية:



قواعد قوية:
$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$ $\quad \eta = 1$
$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$ $\quad \eta = 2$

- η للملح القاعدي = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها ، مثال:



$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$ $\quad \eta = 2$

2) تفاعلات الترسيب:
η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

3) تفاعلات تكوين المعقد:
η (للذرةالمركزية) = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة
η (لليكند) = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة من مول واحد من المعادلة

4) تفاعلات الاكسدة والاختزال:
η للعامل المؤكسد (اختزال) = عدد الالكترونات المكتسبة
η للعامل المختزل (اكسدة) = عدد الالكترونات المفقودة



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر



حساب الكتلة المكافئة: تحسب من العلاقة الاتية: $EM = \frac{M}{\eta}$

الكتلة المكافئة للحامض: وهي كتلة الحامض التي تحوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال في التفاعل (د1/2016)

الكتلة المكافئة للقاعدة : وهي كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيد القابلة للإبدال في التفاعل .

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل ترسيب: هي كتلة المادة التي تحوي او تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب احادي الشحنة .

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل تكوين معقد: هي كتلة المادة التي تهب او تكتسب مزدوج الكتروني واحد .

الكتلة المكافئة للعامل المختزل او العامل المؤكسد : هي كتلة المادة التي تفقد او تكتسب الكتروناً واحداً في التفاعل الكيميائي .

مثال 6-6

احسب الكتلة المكافئة لكل من المواد المشتركة في التفاعلات الاتية:

1) $Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(S)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_{3(aq)}^-$

2) $H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(ag)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + 2SO_{4(aq)}^-$

3) $5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_{4(aq)}^- + 8H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 12H_2O_{(l)}$

4) $AgNO_{3(aq)} + 2KCN_{(aq)} \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + NO_{3(aq)}^-$

الحل:

1) لحساب الكتلة المكافئة للمادة يجب معرفة الكتلة المولية M وقيمة η بالاعتماد على نوع التفاعل :



$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(S)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_{3(aq)}^-$

$Pb(NO_3)_2$

بما ان $Pb(NO_3)_2$ قد اشترك بتفاعل ترسيب بسبب تكون راسب من PbI_2 في النواتج لذا فالتفاعل هو تفاعل ترسيب:

$\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\ eq/mol$

$M = 1 \times 207 + 2 \times 14 + 6 \times 16 = 331\ g/mol$

$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO_3)_2}}{\eta} = \frac{331\ g/mol}{2\ eq/mol} = 165.5\ g/eq$

KI

$\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 1 = 1\ eq/mol$

$M = 1 \times 39 + 1 \times 127 = 166\ g/mol$

$EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{KI}}{\eta} = \frac{166\ g/mol}{1\ eq/mol} = 166\ g/eq$

(2 $H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(ag)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + 2SO_{4(aq)}^-$



التفاعل هو من نوع حامض - قاعدة (تفاعل تعادل)

H_2SO_4

η لـ H_2SO_4 = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة H^+ = $2\ eq/mol$

$M = 1 \times 2 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98\ g/mol$

$EM_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{\eta} = \frac{98\ g/mol}{2\ eg/mol} = 49\ g/eq$

$NaOH$

η لـ $NaOH$ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة = $1\ eq/mol$

$M = 23 \times 1 + 16 \times 1 + 1 \times 1 = 40\ g/mol$

$EM_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{\eta} = \frac{40\ g/mol}{1\ eq/mol} = 40\ g/eq$

3) 

$$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO^{-}_{4(aq)} + 8H_3O^{+}_{(aq)} \rightleftharpoons 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 12H_2O_{(l)}$$

التفاعل من نوع اكسدة واختزال بسبب تغير اعداد التاكسد للمواد المشتركة في التفاعل

Fe^{2+} (الحديد عانى اكسدة لذلك فهو عامل مختزل)

$\eta =$ عدد الالكترونات المفقودة $= 1\ eq/mol$

$M = 56\ g/mol$

$$EM_{Fe} = \frac{M_{Fe}}{\eta} = \frac{56\ g/mol}{1\ eq/mol} = 56\ g/eq$$

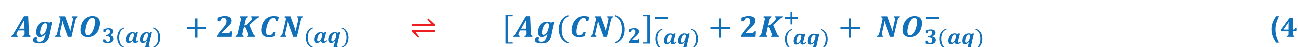
MnO_4^- (المنغنيز عانى اختزال لذلك فهو عامل مؤكسد – بسبب تغير عدد التاكسد من $+7$ الى $+2$)

$\eta =$ عدد الالكترونات المكتسبة $= 5\ eq/mol$

$M_{MnO_4} = 1 \times 55 + 4 \times 16 = 119\ g/mol$

$$EM_{MnO_4} = \frac{M_{Fe}}{\eta} = \frac{119\ g/mol}{1\ eq/mol} = 119\ g/eq$$

---

4) 

$$AgNO_{3(aq)} + 2KCN_{(aq)} \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^{-}_{(aq)} + 2K^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$$

التفاعل هو من نوع تكوين معقد

$AgNO_3$ (الفضة ايون مركزي مستقبل للمزدوجات الالكترونية)

$\eta =$ عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة $= 2\ eq/mol$

$M_{AgNO_3} = 108 \times 1 + 1 \times 14 + 3 \times 16 = 170\ g/mol$

$$EM_{AgNO_3} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{170\ g/mol}{2\ eq/mol} = 170\ g/eq$$

KCN (السيانيد ليكند واهب للمزدوجات الالكترونية)

$\eta =$ عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة $= 1\ eq/mol$

$M_{KCN} = 39 \times 1 + 1 \times 12 + 1 \times 14 = 65\ g/mol$

$$EM_{KCN} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{65\ g/mol}{1\ eq/mol} = 65\ g/eq$$

ملاحظات:

يمكن معرفة نوع التفاعل كالاتي:

1) تفاعل التعادل: اذا كانت المواد المتفاعلة حامض مع قاعدة او حامض مع ملح قاعدي بشرط ان لايتكون راسب ولا تتغير اعداد التاكسد امـــــا اذا تفاعل حامض مع ملح متعادل ($BaCl_2$ مثلاً) فالتفاعل هو تفاعل ترسيب وليس تفاعل تعادل (لاحظ س 16 وس 22) .

2) تفاعل الترسيب: اذا كان في المواد الناتجة راسب (S) .

3) تفاعل الاكسدة والاختزال : عندما تكون اعداد التأكسد متغيرة للمواد في المتفاعلات والنواتج .

4) تفاعل تكوين معقد: اذا كان في النواتج ايون معقد اي اقواس مربعة [ ] وهو معقد ذائب .

تمرين 6-7

احسب قيم M و η والكتل المكافئة EM للمواد المبينة في ادناه:

أ) $AgNO_3$ بتفاعل الترسيب الاتي: 

$$Ag^{+}_{(aq)} + Br^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(S)}$$

الحل:

$\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 1 = 1\ eq/mol$

$M_{AgNO_3} = 108 \times 1 + 1 \times 14 + 3 \times 16 = 170\ g/mol$

$$EM_{AgNO_3} = \frac{M_{AgNO_3}}{\eta} = \frac{170\ g/mol}{1\ eq/mol} = 170\ g/eq$$



ب) $BaCl_2$ بتفاعل الترسيب الاتي:

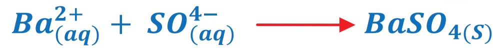
$$Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{4-}_{(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(S)}$$

الحل:

ɳ = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\ eq/mol$

$$M_{BaCl_2} = 137 \times 1 + 35.5 \times 2 = 208\ g/mol$$

$$EM_{BaCl_2} = \frac{M_{BaCl_2}}{ɳ} = \frac{208\ g/mol}{2\ eq/mol} = 104\ g/eq$$



جـ) $Fe_2(SO_4)_3$ بتفاعل الترسيب الاتي:

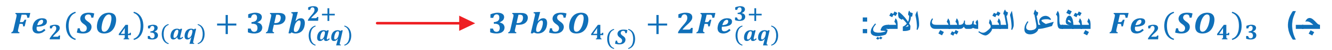
$$Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3Pb^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 3PbSO_{4(S)} + 2Fe^{3+}_{(aq)}$$

الحل:

ɳ = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 3 \times 2 = 6\ eq/mol$

$$M_{Fe_2(SO_4)_3} = 56 \times 2 + 32 \times 3 + 16 \times 12 = 400\ g/mol$$

$$EM_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{M_{BaCl_2}}{ɳ} = \frac{400\ g/mol}{6\ eq/mol} = 66.7\ g/eq$$



د) Na_2CO_3 بتفاعل تعادل (حامض + قاعدة) الاتي:

$$Na_2CO_3 + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

الحل:

ɳ = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$$M_{Na_2CO_3} = 23 \times 2 + 12 \times 1 + 16 \times 3 = 106\ g/mol$$

$$EM_{Na_2CO_3} = \frac{M_{Na_2CO_3}}{ɳ} = \frac{106\ g/mol}{2\ eq/mol} = 53\ g/eq$$



هـ) BaI_2 بتفاعل تكوين معقد الاتي:

$$2BaI_2 + Hg^{2+}_{(aq)} \longrightarrow HgI^{2-}_{4(aq)} + 2Ba^{2+}_{(aq)}$$

الحل:

ɳ = عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة $= 2\ eq/mol$

$$M_{BaI_2} = 137 \times 1 + 127 \times 2 = 391\ g/mol$$

$$EM_{BaI_2} = \frac{M_{BaI_2}}{ɳ} = \frac{391\ g/mol}{2\ eq/mol} = 195.5\ g/eq$$



و) $Na_2S_2O_3$ بتفاعل تأكسد واختزال الاتي:

$$2S_2O^{2-}_{3(aq)} \longrightarrow 2S_4O^{2-}_{6(aq)}$$

الحل:

$$S_2 + (-2 \times 3) = -2 \qquad S_4 + (-2 \times 6) = -2$$

$$S_2 = +4 \qquad S_2 = +5$$



ɳ = عدد الالكترونات المفقودة $= 1\ eq/mol$

$$M_{Na_2S_2O_4} = 23 \times 2 + 32 \times 2 + 16 \times 3 = 158\ g/mol$$

$$EM_{Na_2S_2O_4} = \frac{M_{Fe}}{ɳ} = \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol} = 158\ g/eq$$

مثال 6-7

عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $ɳ = 2\ eq/mol$. احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه $0.23\ mol/L$. (د2- خ ق /2016)

الحل:

يمكن ايجاد العيارية من المولارية (او العكس) وحسب العلاقة الاتية:

$$N\frac{eq}{L} = ɳ\frac{eq}{mol} \times M\frac{mol}{L} = 2\ eq/mol \times 0.23\ mol/L = 0.46\ eq/L$$

ملاحظة: عندما $(ɳ = 1)$ فأن: $(N = M)$ وكذلك $(EM = M)$

تمرين 6-8

ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟ (د1/2015) (د2/2014) (تمهيدي -/2017)

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

الحل:

التفاعل من نوع اكسدة واختزال كما ذكر في السؤال والحل كالاتي:

1) نجد η :
$$2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$$

فالكروم عامل مؤكسد لانه عانى اختزال حيث قل عدد التأكسد من (6+) الى (3+) ، اي كل ذرة اكتسبت ثلاثة الكترونات ولكن المركب يحوي ذرتي كروم اي مول واحد يكتسب ستة الكترونات اي :

η (للعامل المؤكسد) = عدد الالكترونات المكتسبة $= 6\ eq/mol$

2) نجد EM :
$$EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{\eta} = \frac{294\ g/mol}{6\ eq/mol} = 49\ g/eq$$

2) نجد m :
$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.12\ eq/L \times 49\ g/eq \times 2L = 11.76g$$

تمرين 6-9

ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40\ g/mol)$ لتحضير $500\ ml$ من محلول تركيزه 0.2 M ؟ (د2– خاص/2014)

الحل:

$$m\,(g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.2\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$
$$m\,(g) = 4\ g$$

تمرين 6-10

احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية:

1) $350\ ml$ من 0.125 M نترات الفضة $(M = 170\ g/mol)$.

2) $250\ ml$ من $0.1N$ محلول البوراكس $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$ $(M = 381\ g/mol)$ ويستعمل حسب التفاعل الاتي:



$$B_4O_7^{2-} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$

الحل:

1)
$$m\,(g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.125\ (mol/L) \times 170(g/mol) \times 350\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$
$$m\,(g) = 7.44\ g$$

2) التفاعل هو تفاعل تعادل (ملح قاعدي مع حامض):

η (للملح القاعدي) = تكافؤها × عدد الايونات الموجبة $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$$EM_{Na_2B_4O_7 . 10H_2O} = \frac{M}{\eta} = \frac{381\ g/mol}{2\ eq/mol} = 190.5\ g/eq$$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$
$$m\,(g) = 0.1\ eq/L \times 190.5\ g/eq \times 250\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 4.76g$$

ملاحظة: *التمارين اعلاه (تمرين 8 و 9 و 10) هي طريقة لتحضير المحاليل القياسية في الدورق الحجمي .*



الادوات المستعملة في التحليل الحجمي:

1) الدورق الحجمي: يستعمل لقياس حجم المحلول بشكل دقيق في اثناء عملية التحضير(اي تحضير المحلول القياسي) .
2) السحاحة: تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك في عملية التسحيح بدقة .
3) الماصة: تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول لغرض نقله من وعاء الى اخر .



دوارق حجمية



سحاحة


ماصات مختلفة

حساب نتائج التحليل الحجمي:

الحالة الاولى: المسائل التي فيها مادة واحدة نستخدم القوانين الاتية:

1) $$\text{M} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$
$$m\,(g) = \text{M}\ \ (mol/L) \times V(L) \times M(g/mol)$$
(لاحظ تمرين 9) و (سؤال 9)

2) $$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$
$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$
(لاحظ تمرين 8 و10) و (سؤال 9)

الحالة الثانية:

المسائل التي فيها مادتين متفاعلة (احدهما محلول قياسي والاخر المادة المجهولة) والعملية تسحيح فتكون كالاتي:

1) اذا اعطى في السؤال تراكيز كلا المادتين والمطلوب حجم احدهما او اعطى حجوم كلا المادتين والمطلوب تركيز احدهما :

$$\frac{\text{M} \times \text{V}}{n} = \frac{\text{M} \times \text{V}}{n}$$
حيث n هي عدد مولات المادة من المعادلة الموزونة (س8 و11 و 15)

$$N \times V = N \times V$$
(س 14 و 18 و 20 و 21) (لانقسم على n لذلك لا نحتاج المعادلة)

اي (القياسية) $Eq = Eq$ (المجهولة او المكون)

2) اذا كانت مادتين متفاعلتين واعطى في السؤال تركيز وحجم لمادة واحدة (القياسية) فنجد الكتلة (او %) او M للمادة المجهولة من:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$
(تمرين 12 و 13 - مثال 8)

المادة القياسية ($N\ (eq/L) \times V(L)$)
المادة المجهولة ($EM(g/eq)$)

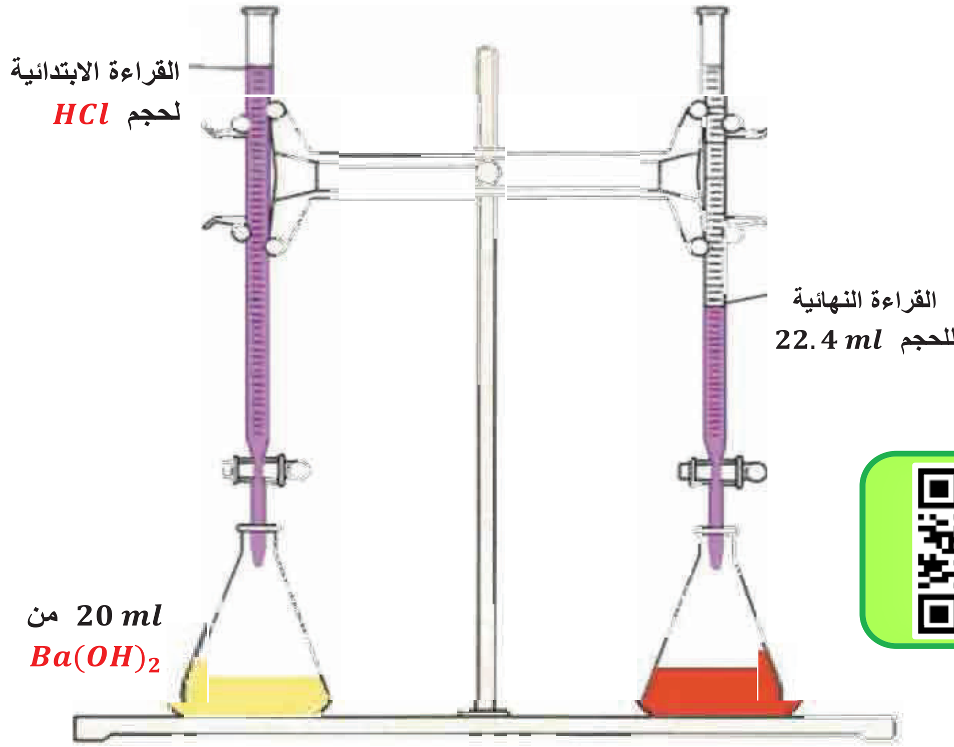
note احياناً نستخدم اكثر من قانون في السؤال الواحد

امـــــــا اذا كان التركيز بالمولارية فيفضل تحويله الى العيارية ثم نطبق العلاقة اعلاه (مثال 8)

ملاحظة: *اذا كان في السؤال احد المصطلحات الاتية (تسحيح ، سَحح ، يكافئ ، معايرة ، . . .) فالعملية تعني تسحيح بين مادتين .*

مثال: $Ba(OH)_2$: (مثال توضيحي)

تم اذابة كمية من هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ $(M = 171\ g/mol)$ في $25\ ml$ من الماء المقطر ، وبعد نقل $20\ ml$ من المحلول في دورق زجاجي تم اضافة بضع قطرات من دليل المثيل ثم التسحيح مع حامض HCl القياسي $(0.098N)$ حيث استهلك $22.4\ ml$ منه حتى تغير لون الدليل من الاصفر الى الاحمر (اي نقطة نهاية التفاعل) ، احسب كتلة القاعدة في العينة ؟



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

الحل:

المثال اعلاه هو عملية تسحيح ، اي مادتين متفاعلتين حيث حامض HCl هو المحلول القياسي امـــــا القاعدة $Ba(OH)_2$ فهي المادة المجهول تركيزها وكتلتها ، ولايجاد الكتلة لابد من ايجاد تركيزها وحسب الخطوات الاتية:

1) نجد التركيز النورمالي للقاعدة :

$$(N \times V)\ Ba(OH)_2 = (N \times V)\ HCl$$
$$N \times 20\ ml = 0.098N \times 22.4\ ml$$
$$N\ Ba(OH)_2 = 0.1097\ eq/L$$

2) نجد الكتلة المكافئة EM للقاعدة:

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

$\eta =$ عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eg/mol$

$$EM_{Ba(OH)_2} = \frac{M}{\eta} = \frac{171\ g/mol}{2\ eq/mol} = 85.5\ g/eq$$

3) نجد الكتلة للقاعدة:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$
$$m\,(g) = 0.1097\ eq/L \times 25\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 85.5\ g/eq$$
$$m\,(g) = 0.235\ g$$



تمرين 6-11

تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات الاكسدة والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ، ما قيمة η لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.05 M .

الحل:

η = عدد الالكترونات المفقودة = $3\ eg/mol$

$$N\frac{eq}{L} = η\frac{eq}{mol} \times M\frac{mol}{L}$$

$$N = 3 \times 0.05 = 0.15\frac{eq}{L}$$

مثال 6-8

في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، تطلب تسحيح $0.1743\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة $39.82\ ml$ من 0.09 M من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة . (2د/2015)

الحل:



وكلا الطريقتين مقبولة وزارياً

الطريقة الأولى

السؤال هو عملية تسحيح وفيه مادتين متفاعلتين اي حامض وقاعدة (تفاعل تعادل) ، ولايجاد % للحامض نجد كتلته اولاً من تركيز القاعدة وحجمها وEM للحامض :

$$2NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$



1) نحول التركيز المولاري M الى العياري N :

η لـ $NaOH$ = عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة = $1\ eg/mol$

$$N = η\ eq/mol \times M\ mol/L = 1\ eq/mol \times 0.09\ mol/L = 0.09\ eq/L$$

2) نجد EM للحامض:

η لـ $H_2C_2O_4$ = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة H^+ = $2\ eq/mol$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{η} = \frac{90\ g/mol}{2\ eq/mol} = 45\ g/eq$$

3) نجد كتلة الحامض:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.09 \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45$$

$$m\,(g) = 0.16\ g$$

4) نجد % للحامض:

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{\text{العينة}}\,(g)} \times 100$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} \times 100 = 91.8\ \%$$



الطريقة الثانية

$$Eq\ H_2C_2O_4 = Eq\,NaOH$$

$$\frac{m}{EM} = N \times V$$

$$\frac{m}{EM} = M \times η \times V$$

$$m = 0.09 \times 1 \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times \frac{90}{2}$$

$$m\,(g) = 0.16\ g$$ ثم نكمل الحل ...

تمرين 6-12

تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي: (2014/د2 – خاص)

$$Ni^{2+} + 4CN^- \longrightarrow [Ni(CN)_4]^{2-}$$

فاذا علمت ان $160\ mg$ من العينة قد استهلكت في تسحيح



$38.3\ ml$ من محلول KCN القياسي بتركيز $0.137N$ للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل Ni_2O_3 $(M = 165\ g/mol)$ في العينة .

الحل:

التفاعل من نوع تكوين معقد

1) نجد $EM\ Ni_2O_3$:

Ni_2O_3 لـ η = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة = $8\ eq/mol$

$$EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{η} = \frac{165\ g/mol}{8\ eq/mol} = 20.6\ g/eq$$

2) نجد كتلة الحامض:

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\ (g) = 0.137\ \frac{eq}{L} \times 38.3\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 20.6\ g/eq$$

$$m\ (g) = 0.108\ g = 108\ mg$$

3) نجد % للحامض:

$$\%\ Ni_2O_3 = \frac{m_{Ni_2O_3}(mg)}{m_{\text{العينة}}\ (mg)} \times 100$$

$$\%\ Ni_2O_3 = \frac{108\ mg}{160\ mg} \times 100$$

$$\%\ Ni_2O_3 = 67.5\ \%$$

note

النيكل ذرة مركزية حيث كل ايون Ni^{2+}
اكتسب 4 مزدوجات ولكن في Ni_2O_3
ذرتي Ni اي 8 مزوجات مكتسبة
اي η تساوي 8

تمرين 6-13

تمت معايرة $0.958\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $33.6\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . ($32.2\ ml$ ، $0.86\ g$ -د1/ 2017)
($0.25N$ ، $35\ ml$ ، $0.96\ g$ -د3/ 2019) ($0.3N$ ، $35\ ml$ ، $1.2\ g$ -د1/ 2018)

الحل:

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{η} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\ (g) = 0.225N\ \frac{eq}{L} \times 33.6\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60\ g/eq$$

$$m\ (g) = 0.453\ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\%\ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = \frac{0.453\ g}{0.958\ g} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = 47.34\ \%$$



1-6 اسئلة الفصل السادس

كيف يمكن الفصل بين الايونات الموجبة الأكثر شيوعا ؟

الحل:

وذلك من خلال خطوتين:

1) فصل الايونات بعضها عن البعض الاخر

2) الكشف عن وجود كل ايون من عدمه من خلال اجراء تفاعلات كيميائية معروفة .

2-6

عدد الايونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ، ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول .

الحل:

- الايونات الموجبة هي: Sb^{3+} ، As^{3+} ، Bi^{3+} ، Pb^{2+} ، Cd^{2+} ، Sn^{2+} ، Cu^{2+} ، Hg^{2+}
انتيمون ، زرنيخ ، بزموث ، رصاص ، كادميوم ، قصدير ، نحاس ، زئبقيك

- العامل المرسب: كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود حامض HCl المخفف .

- عملية الفصل: يصنف ايون النحاس Cu^{2+} من ايونات المجموعة الثانية II ويتم ترسيبه بأمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف فيترسب على هيئة كبريتيد النحاس CuS ويفصل بالترشيح عن ايون الحديديك والذي هو من ايونات المجموعة الثالثة $IIIA$ و يمكن ترسيبه بأضافة هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد الامونيوم .



$$Cu^{2+} + H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} CuS\downarrow + 2H^+$$

3-6

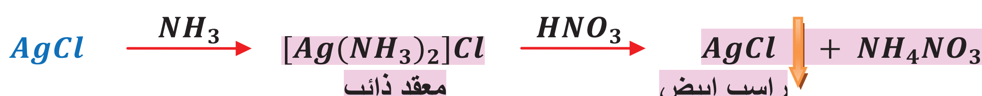
اكمل التفاعلات التالية مع ذكر صفات النواتج في كل مما يأتي:

الحل:



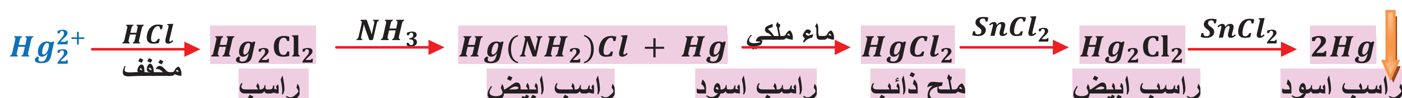
$$PbCl_2 \xrightarrow{K_2CrO_4 \text{ و ماء مغلي}} PbCrO_4\downarrow + 2KCl$$

$PbCrO_4$: راسب اصفر



$$AgCl \xrightarrow{NH_3} [Ag(NH_3)_2]Cl \xrightarrow{HNO_3} AgCl\downarrow + NH_4NO_3$$

$[Ag(NH_3)_2]Cl$: معقد ذائب ، $AgCl$: راسب ابيض



$$Hg_2^{2+} \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Hg_2Cl_2 \xrightarrow{NH_3} Hg(NH_2)Cl + Hg \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} HgCl_2 \xrightarrow{SnCl_2} Hg_2Cl_2 \xrightarrow{SnCl_2} 2Hg\downarrow$$

Hg_2Cl_2: راسب ، $Hg(NH_2)Cl$: راسب ابيض ، Hg: راسب اسود ، $HgCl_2$: ملح ذائب ، Hg_2Cl_2: راسب ابيض ، $2Hg$: راسب اسود

4-6

كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{2+} و Hg_2^{2+} . (تمهيدي/ 2013)

الحل:

ايون Hg_2^{2+} من ايونات المجموعة I ويمكن ترسيبه بأضافة محلول حامض HCl المخفف ليتكون راسب ابيض هو كلوريد الزئبق I Hg_2Cl_2 : $Hg_2^{2+} + HCl \longrightarrow Hg_2Cl_2$ ويفصل الراسب عن الراشح بالترشيح

امـــا ايون Hg^{2+} فهو من ايونات المجموعة II حيث يبقى ذائباً في المحلول ويمكن ترسيبه بأمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف ليترسب على هيئة $HgCl_2$.

5-6

اكمل الفراغات الاتية:

1) ايون Cr^{3+} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة $IIIA$ ويترسب عند اضافة NH_4OH بوجود NH_4Cl .

2) العامل المرسب للأيونات الموجبة في المجموعة الرابعة هو $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl .

3) محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عيارته $0.3N$ فإن مولارية المحلول $= 0.05\ mol/L$. (2018 /تمهيدي) (2018 /د -2 خ ق)

الحل:

ايون الالمنيوم احد ايونات المجموعة $IIIA$ ويشترك في تفاعل ترسيب:

$Al_2(SO_4)_3$ ɳ = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 3 = 6\ eq/mol$

$$N\ (eq/L) = ɳ\ eg/mol \times M\ mol/L$$

$$0.3\ (eq/L) = 6\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$M = 0.05\ mol/L$$

4) محلول من مركب مولاريته 0.2 M وعيارته $1\ eq/L$ فإن قيمة ɳ للمركب $= 5\ eg/mol$.

الحل:

$$N\ (eq/L) = ɳ\ eg/mol \times M\ mol/L$$

$$1\ (eq/L) = ɳ\ eg/mol \times 0.2 mol/L$$

$$ɳ = 5\ eg/mol$$

5) عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام $15.675\ mg$ من CO_2 . فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب $= 25\ \%$.

الحل:

نجد كتلة الكاربون من كتلة CO_2 ثم نجد كتلة الهيدروجين من الفرق بين كتلة المركب وكتلة الكاربون ومنه نجد النسبة المئوية للهيدروجين ، وطريقة التطاير مباشرة لان كتلة الجزء المتطاير معلومة:

$C + O_2$  CO_2

$$m_C = m_{CO_2}\ (mg) \times \frac{M_C\ (g/mol)}{M_{CO_2}\ (g/mol)}$$

$$m_C = 15.675\ mg \times \frac{12\ (g/mol)}{44\ (g/mol)} = 4.275\ mg$$

$$m_H = m_{\text{المركب}} - m_C = 5.7\ mg - 4.275\ mg = 1.425\ mg$$

$$\%\ H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{1.425\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 25\ \%$$

طريقة ثانية للحل:

نجد % للكاربون ومنها نجد % للهيدروجين من الفرق او الطرح من 100 % وكالاتي:

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{4.275\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 75\ \%$$

$$\%\ H = 100\% - \%\ C = 100 - 75 = 25\ \%$$

ملاحظة: المركب العضوي الهيدروكاربوني يعني انه يتكون من عنصري الكاربون والهيدروجين فقط ، بمعنى اخر عندما نجد كتلة احد العنصرين يمكن ايجاد كتلة الاخر وكذلك عندما نجد نسبة احدهما فنسبة الاخر وهو الباقي من 100% .



6-6 كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب $1.67\ g$ من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟

الحل:

من معلومات السؤال يتبين ان السؤال هو تحليل وزني بطريقة الترسيب وكالاتي:

1) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{KIO_3}\,(g/mol)}{M_{Pb(IO_3)_2}\,(g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{214(\,g/mol)}{557(g/mol)} = 0.768$$

2) نجد m_{Cl} :

م/ الكتل المولية تعطى في السؤال

$$m_{KIO_3}(g) = G_f \times m_{Pb(IO_3)_2}(g)$$

$$m_{KIO_3}(mg) = 0768 \times 1.67\ g = 1.283\ g$$

7-6 عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي نتج $14.4\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء ، احسب النسبة المئوية للكاربون والهيدروجين في المركب . (د1- 2017/ موصل)

الحل:

نحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز CO_2 ، وكتلة الهيدروجين من كتلة بخار H_2O ، والطريقة هي طريقة تطاير مباشرة:

1) نجد % للكاربون:



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)}$$

$$m_C = 14.4\ mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 3.94\ mg$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{3.94\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 68.9\ \%$$

2) نجد % للهيدروجين:

$$m_H = m_{H_2O}\,(mg) \times \frac{M_{H_2}\,(g/mol)}{M_{H_2O}\,(g/mol)}$$

$$m_H = 2.5\ mg \times \frac{2\,(g/mol)}{18\,(g/mol)} = 0.28\ mg$$

$$\%\ H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{0.28\ mg}{5.7\ mg} \times 100 = 4.9\ \%$$

8-6 ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ إذا علمت ان $36.7\ ml$ من محلول هذا الحامض تكافئ $43.2\ ml$ من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم ؟ (د1- 2019/ خ ق)

الحل:

السؤال عملية تسحيح مادتين (تكافئ) لذا فنكتب معادلة التفاعل ثم القانون مقسوماًعلى عدد المولات (لان التركيز بالمولارية):



$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{(\text{M} \times \text{V})_{\text{HCl}}}{n} = \frac{(\text{M} \times \text{V})_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(\text{M} \times 36.7\ ml)_{HCl}}{1} = \frac{(0.236\ \text{M} \times 43.2\ ml)_{NaOH}}{1}$$

$$\text{M}\ HCl = 0.278\ mol/l$$

9-6 ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة $9.5\ g$ من هذه المادة في $2L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (تعطى في السؤال $M = 171\ g/mol$) (2016/د2)

الحل: (2017 /د3- تغيير الحجم والكتلة) (2018 /د 2- هيدروكسيد الكالسيوم)

السؤال يحتوي مادة واحدة ، اي لايعتبر عملية تسحيح ، (لان شرط التسحيح ان تتفاعل مادتين بأحد انوع التفاعلات الاربعة) .

1) نجد المولارية M :

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$M = \frac{9.5\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{2L} = 0.027\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

نجد ايتا η اولاً ، وبما ان محلول القاعدة يستعمل في تفاعل التعادل (حامض مع قاعدة) اي:

$(Ba(OH)_2)$ η = المتأينة OH^- عدد مجاميع الهيدروكسيد $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$
$$N = 2\ eq/mol \times 0.027\ mol/L$$
$$N = 0.054\ eg/l$$

10-6 ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من:

أ) مزج $10\ ml$ من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع $10\ ml$ من الماء المقطر ؟

ب) مزج $10\ ml$ من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع $20\ ml$ من محلول 0.3 M كلوريد الصوديوم ؟

الحل:

أ)



$$V_2 = 10\ ml + 10\ ml = 20\ ml$$

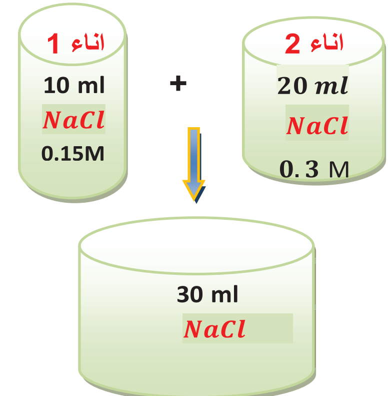
(قبل التخفيف) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (بعد التخفيف)

$$0.15\ M \times 10\ ml = M_2 \times 20\ ml$$

$$M_2 = 0.075\ M$$

ملاحظات:
1) نستخدم اعلاه قانون التخفيف .
2) يستخدم قانون التخفيف للمادة الواحدة حيث كلا الطرفين هي كلوريد الصوديوم .
3) لا نحول وحدة الحجم الى اللتر لان كلا الطرفين الحجم بـ ml .
4) لاعلاقة للسؤال بالتسحيح (لان التسحيح فيه مادتين مختلفتين) .

ب)



السؤال مزج محلولين لمادة واحدة ولكن بتراكيز مختلفة

الاناء 1: $M \times V$ + الاناء 2: $M \times V$ = بعد المزج: $M \times V$

$$0.15\ M \times 10\ ml + 0.3\ M \times 20\ ml = M \times 30\ ml$$
$$1.5 + 6 = M \times 30\ ml$$
$$M = \frac{7.5}{30} = 0.25\ M$$



11-6 ما حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2 M اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد واختزال) $40\ ml$ من محلول 0.1 M كبريتات الحديد (II) في محيط حامضي ؟ معادلة تفاعل التسحيح هي:

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

الحل:

السؤال فيه مادتين متفاعلتين والعملية تسحيح والتركيز بالمولارية ، لذلك نقسم على عدد المولات من المعادلة لكلا المادتين:

$$\frac{(M \times V)_{KMnO_4}}{n} = \frac{(M \times V)_{FeSO_4}}{n}$$

$$\frac{(0.2\ M \times V)_{KMnO_4}}{2} = \frac{(0.1\ M \times 40\ ml)_{FeSO_4}}{10}$$

$$V = 4\ ml$$



12-6 اختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي:

1) قيمة η لملح كبريتات الحديد (III) $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي:

أ) $4\ eg/mol$
ب) $5\ eg/mol$
ج) $6\ eg/mol$

$Fe_2(SO_4)_3$ η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 3 \times 2 = 6\ eq/mol$

---

2) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Ca^{2+} وذلك بأضافة:

أ) حامض HCl المخفف .
ب) امرار غاز H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl في المحلول .
ج) امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول . لان ايون النحاس Cu^{2+} من ايونات المجموعة (II) .

---

3) النسبة المئوية لمبيد الحشرات (DDT) $C_{14}H_9Cl_5$ في عينة غير نقية منه ، تم تحليل $0.74\ g$ منها وزنياً لتعطي $0.253\ g$ من $AgCl$ هي: (د3/ 2019)

أ) $17\ \%$
ب) $19\ \%$
ج) $21\ \%$

(الكتل المولية تعطى معلومة في السؤال)

الحل:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{C_{14}H_9Cl_5}\ (g/mol)}{M_{AgCl}\ (g/mol)} = \frac{1}{5} \times \frac{354.5\ g/mol}{143.5\ g/mol} = 0.5$$

$$m_{C_{14}H_9Cl_5}(g) = G_f \times m_{AgCl}(g) = 0.5 \times 0.253\ g = 0.1265 g$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = \frac{m_{C_{14}H_9Cl_5}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = \frac{0.1265\ (g)}{0.74\ (g)} \times 100$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = 17\ \%$$

4) تدعى الطريقة الوزنية المعتمدة على تسخين او حرق كتلة معينة من عينة في جو من الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلة المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتلة العينة بـ :

أ) طريقة التطاير المباشرة .

ب) طريقة التطاير غير المباشرة .

جـ) طريقة الترسيب .

---

5) في عمليات التحليل الوزني المعتمد على تفاعلات الترسيب:

أ) يفضل ان يتم الحصول على راسب بشكل عالق غروي .

ب) يفضل ان يتم الحصول على راسب متبلور .

جـ) لا يهم نوع الراسب الذي يتم الحصول عليه .

---

6) تمثل النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره إلى الكتلة المولية للصيغة الوزنية على شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (او جزيئات المكون) المراد تقديره:

أ) صيغة الترسيب .

ب) الصيغة الوزنية .

جـ) بالمعامل الوزني .

---

7) تعرف كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مول واحد من المكون الفعال بـ : (د1/2014 - خاص)

أ) الكتلة المكافئة .

ب) الكتلة المولية .

جـ) الكتلة القياسية .

8) عيارية المحلول الناتج من اذابة $13\ g$ من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في $500\ ml$ من الماء النقي هي :

أ) $0.53\ \ mol/L$

ب) $0.53\ \ eq/L$

جـ) $3.18\ \ eq/L$

الحل:

η (للعامل المؤكسد / $K_2Cr_2O_7$) = عدد الالكترونات المكتسبة $= 6\ eq/mol$

$$EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M}{\eta} = \frac{294\ g/mol}{6\ eq/mol} = 49\ g/eq$$

(راجع تمرين 8)

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$N = \frac{13\ g}{49\ g/eq} \times \frac{1}{500\ ml} \times \frac{1000\ ml}{1\ L}$$

$$N = 0.53\ \ eq/L$$

13-6 احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ $(M = 368\ g/mol)$ في $Mg_2P_2O_7$ $(M = 222\ g/mol)$.

(د1/2013) (د2 /2018 خ ق) (د2 /2019) (د1- /2019 خ ق)

الحل:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}\ (g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7}\ (g/mol)}$$

$$G_f = \frac{2}{3} \times \frac{368(\ g/mol)}{222(g/mol)} = 1.1$$



14-6

تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب : (1د/2015- خاص – فرع أ و ب)

أ) التركيز العياري لحامض HIO_3 . (تمهيدي/ 2013 – فرع أ فقط) (1د/2014 – خاص- فرع أ فقط) (1د/ 2019)

ب) ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي:



$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

الحل:

أ) العملية تسحيح (مادتين) والتركيز عياري(لانقسم على عدد المولات) والتفاعل من نوع تفاعل تعادل:

$$(المادة\ المجهولة)\ HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH(المادة\ القياسية)$$

$$N \times 50\ ml = 0.145N \times 45.8\ ml$$

$$N = 0.13\ eq/L$$

ب)

التفاعل الاول هو تفاعل من نوع تفاعل تعادل والتفاعل الثاني تفاعل اكسدة واختزال ، وبما ان التركيز المولاري لم يتغير بتغير نوع التفاعل لذلك فسوف نجد المولارية لحامض HIO_3 ف التفاعل الاول (من N و ɳ) وهي نفسها في التفاعل الثاني حيث نجد منها العيارية بعد ايجاد ɳ ، اي التركيز العياري او النورمالي يتغير بتغير نوع التفاعل وكالاتي:

التفاعل الاول:

$$HIO_3\ لـ\ ɳ = H^+\ عدد\ ذرات\ الهيدروجين\ المتأينة = 1\ eq/mol$$

$$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$0.13\ eq/L = 1\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$M = 0.13\ mol/L$$

التفاعل الثاني:

حامض HIO_3 عامل مؤكسد لانه عانى اختزال وقل عدد التأكسد لليود من $(+5)$ الى $(+1)$ في ICl_2^- وكالاتي:

$$ɳ = عدد\ الالكترونات\ المكتسبة = 4\ eq/mol$$

$$N = ɳ\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 4\ eq/mol \times 0.13\ mol/L$$

$$N = 0.52\ eq/L$$

طريقة ثانية:

$$\frac{N_1}{ɳ_1} = \frac{N_2}{ɳ_2} \Rightarrow \frac{0.13}{1} = \frac{N_2}{4}$$

$$N_2 = 0.52$$

15-6

لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط ، تم تسحيح $25\ ml$ منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز $0.08\ M$ وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $47.1\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في $500\ ml$ من هذا المحلول .

الحل:

1) نجد المولارية للقاعدة:



$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{NaOH}}{n} = \frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n}$$

$$\frac{(M \times 25\ ml)_{NaOH}}{2} = \frac{(0.08\ M \times 47.1\ ml)_{H_2SO_4}}{1}$$

$$M = 0.3\ mol/L$$

وممكن الحل بالطريقة الاتية:

$$(N \times V) = (N \times V)$$

$$M \times ɳ \times V = M \times ɳ \times V$$

2) نجد غرامات القاعدة:

$$m\ (g) = M\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m\ (g) = 0.3\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 6\ g$$

16-6 تـم تحليل $BaX_2.2H_2O$ احد هاليدات الباريوم (حيث ان X تعني هالوجين) بطريقة وزنية وذلك بإذابـــة $0.266\ g$ من هذا الملح في $200\ ml$ من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لاتمام ترسيب الباريوم Ba $(M = 137\ g/mol)$ على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ فاذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي $0.254\ g$ ، ما نوع الهالوجين الذي تمثله X في ملح الباريوم ؟

الحل:

ملاحظة: في اي مركب كيميائي عندما يحتوي على عنصر مجهول الصيغة فلا يمكن ايجاده الا من الكتلة المولية (M) للمركب كما في الاسئلة (16 و 18 و 20) ، وللسؤال اكثر من طريقة حل:

الطريقة الاولى:

عملية تحليل وزني بطريقة الترسيب ، حيث نجد G_f اولاً من كتلة المكون المراد تقديره وكتلة الراسب ثم نجد منه M للمكون المراد تقديره ومنها M للهالوجين X ونوعه وكالاتي:

1) نجد G_f :

$$m_{BaX_2.2H_2O} = G_f \times m_{BaSO_4}$$
$$0.266\ g = G_f \times 0.254\ g$$
$$G_f = 1.047$$

2) نجد M لـ $BaX_2.2H_2O$:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{M_{BaSO_4}}$$
$$1.047 = \frac{1}{1} \times \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{233\ g/mol} \Rightarrow M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g/mol$$

3) نجد M للهالوجين:

$$M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g/mol$$
$$137 + 2X + 2(18) = 244$$
$$2X + 173 = 244$$
$$2X = 71 \Rightarrow X = 35.5\ g/mol \quad \text{(عنصر الكلور)}$$

الطريقة الثانية:

$$n_{BaX_2.2H_2O} = n_{BaSO_4}$$
$$(BaX_2.2H_2O)\ \frac{m}{M} = \frac{m}{M}\ (BaSO_4)$$
$$M_{BaX_2.2H_2O} = \frac{0.266\ g \times 233}{0.254\ g} = 244$$

الطريقة الثالثة: نعتبر الباريوم المكون المراد تقديره وكبريتات الباريوم الصيغة الوزنية فنجد G_f للباريوم ثم كتلة الباريوم ثم نسبة وتناسب بين الباريوم والملح لان عدد المولات متساوي لهما ... .

17-6 عند اذابة $0.5\ g$ من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI $(M = 150\ g/mol)$ في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على $0.744\ g$ من يوديد الفضة AgI $(M = 235\ g/mol)$. احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي . (2013/د3) (2014/ تمهيدي) (2016/د1) (2017/د2- موصل / 2019 / تمهيدي)

الحل: الحل بثلاث خطوات: (السؤال طريقة تحليل وزني)

1) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI}\ (g/mol)}{M_{AgI}\ (g/mol)} = \frac{1}{1} \times \frac{150(\ g/mol)}{235(g/mol)} = 0.638$$

2) نجد m_{NaI} :

$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI}$$
$$m_{NaI} = 0.638 \times 0.744\ g = 0.475\ g$$



3) نجد % لـ NaI :

$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} \times 100$$

$$\%NaI = \frac{0.475\ g}{0.5\ g} \times 100 = 95\ \%$$

18-6

اذيب $4.29\ g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3xH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250\ ml$ فإذا علمت ان $25\ ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15\ ml$ من محلول HCl عيارته $0.2\ N$ لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (X) في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية ؟ (تمهيدي/ 2018) (2018 /د -2 خ ق)

الحل:

1) نجد التركيز العياري للملح:

HCl
محلول قياسي
$0.2\ N$
$15\ ml$

نقل $25\ ml$ من محلول الملح
بالماصلة لمعايرته مع HCl

المادة المجهولة
$Na_2CO_3xH_2O$
$N = ?$
$25\ ml$

$$Na_2CO_3xH_2O\ (N \times V)_{\text{(المادة المجهولة)}} = (N \times V)\ HCl_{\text{(المادة القياسية)}}$$

$$N \times 25\ ml = 0.2N \times 15\ ml$$

$$N = 0.12\ eq/L$$

2) نجد EM للملح من N :

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$0.12\ eg/L = \frac{4.29(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{250ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$$EM = 143\ (g/eq)$$

3) نجد M للملح من EM :

$\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$ (للملح القاعدي)

$$EM_{Na_2CO_3xH_2O} = \frac{M}{\eta}$$

$$143\ (g/eq) = \frac{M}{2\ eq/mol} \quad \Rightarrow \quad M = 286\ g/mol$$

4) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{Na_2CO_3xH_2O} = 286\ g/mol$$

$$(23 \times 2) + (12 \times 1) + (16 \times 3) + 18X = 286$$

$$106 + 18X = 286$$

$$18X = 180$$

$$X = 10$$ (وهو عدد جزيئات الماء في الملح)

19-6

احسب الكتلة المكافئة وعيارية محلول تركيزه 6.0 M من حامض الفسفوريك H_3PO_4 $(M = 98\ g/mol)$ ، عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية:

1) $H_3PO_{4(ag)} + 3OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons PO^{3-}_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

2) $H_3PO_{4(ag)} + 2NH_{3(aq)} \rightleftharpoons HPO^{2-}_{4(aq)} + 2NH^+_{4(aq)}$

3) $H_3PO_{4(ag)} + F^-_{(aq)} \rightleftharpoons H_2PO^-_{4(aq)} + HF_{(aq)}$

الحل:

1)

H_3PO_4 لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 3\ eg/mol$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98\ g/mol}{3\ eq/mol} = 32.7\ g/eq$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 3\ eq/mol \times 6\ mol/L = 18\ N$$

2)

H_3PO_4 لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98\ g/mol}{2\ eq/mol} = 49\ g/eq$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 6\ mol/L = 12\ N$$

3)

H_3PO_4 لـ $\eta = H^+$ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة $= 1\ eq/mol$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98\ g/mol}{1\ eq/mol} = 98\ g/eq$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 1\ eq/mol \times 6\ mol/L = 6\ N$$

20-6

اذيب $2.5\ g$ من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية MCO_3 (حيث ان M تمثل فلز) في $100\ ml$ من محلول حامضي تركيزه $0.6\ N$. وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة $50\ ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيزه $0.2\ N$ لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته . (2د/2013) (1د/2013 – خ ق) (3د/2014) (تمهيدي/ 2016) (3د/2016) (1د/ 2018- خ ق) (1د/ 2019- خ ق)

الحل:

الطريقة الاولى:

كمية MCO_3 + كمية $NaOH$ = كمية الحامض

Eq الحامض $= EqNaOH + EqNa_2CO_3$

$$(N \times V) = (N \times V) + \frac{m}{EM}$$

$$0.6 \times \frac{100}{1000} = \left(0.2 \times \frac{50}{1000}\right) + \frac{2.5}{EM}$$

$$0.06 = (0.01) + \frac{2.5}{EM}$$

$$0.05 = \frac{2.5}{EM}$$

$$EM = 50\ g/eq$$

(للملح القاعدي) $\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\ eq/mol$



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر



$$EM_{MCO_3} = \frac{M}{\eta}$$

$$50\ (g/eq) = \frac{M}{2\ eq/mol} \Rightarrow M = 100\ g/mol$$

5) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{MCO_3} = 100\ g/mol$$
$$M + (12 \times 1) + (16 \times 3) = 100$$
$$M + 60 = 100$$
$$M = 40$$ (وهو فلز الكالسيوم)

الطريقة الثانية:

المخطط الاتي يوضح اذابة الملح بالحامض وتفاعل الملح بالكامل وبقاء زيادة من الحامض والتي تم تسحيحها مع $NaOH$:

2.5 g من ملح MCO_3 — اضافة 100 ml من محلول حامضي 0.6 N — تفاعل الملح القاعدي مع الحامض المضاف وبقاء زيادة من الحامض — تسحيح الزيادة من الحامض مع $NaOH$ ($NaOH$ 50 ml 0.2 N) — حامض 0.6 N، $V = ?$

1) نجد حجم الحامض المتفاعل مع $NaOH$ وهو يمثل حجم الحامض المتبقي بعد تفاعل الحامض مع ملح الكاربونات:

$(N \times V)$ الحامض (المادة المجهولة) $= (N \times V)\ NaOH$ (المادة القياسية)

$$0.6\,N \times V = 0.2N \times 50\,ml$$
$$V = 16.6\,ml$$

2) نجد حجم الحامض المتفاعل مع الملح:

V الحامض المتفاعل مع الملح $=$ V الكلي $-$ V الحامض المتفاعل مع $NaOH$

V الحامض المتفاعل مع الملح $= 100\,ml - 16.6\,ml$

V الحامض المتفاعل مع الملح $= 83.4\,ml$

3) نجد EM للملح من كتلته و عيارية وحجم الحامض (لانهما متكافئين) :

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$0.6\ eq/L = \frac{2.5(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{83.4\ ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$EM = 50\ (g/eq)$ ثم نكمل الحل ... .

21-6 اضيف $20\ ml$ من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.3\ N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي:



$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: (1د/2013) (2د/2016- خارج القطر)

أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$ ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1L$ من هذا المحلول .

الحل:

أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$: نلاحظ في السؤال ان برمنكنات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI (I_2 المتحرر منه) يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فأن محلول البرمنكنات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

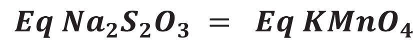
$$Eq\ Na_2S_2O_3 = Eq\ KMnO_4$$

$$(\text{المادة المجهولة})\ Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4 (\text{المادة القياسية})$$

$$N \times 25\ ml = 0.3N \times 20\ ml$$

$$Na_2S_2O_3 \text{ لـ } N = 0.24\ eq/L$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:



$$Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_6$$

$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$

$$S_2 = +4 \qquad S_2 = +5$$

(راجع تمرين 7 النقطة و) فقدان $1e^-$

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eg)$$

$$m\,(g) = 0.24\ (eq/L) \times 1\ L \times \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol}$$

$$m\,(g) = 37.92\ g$$

22-6 مـــا كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ $(M = 208\ g/mol)$ مع $100\ ml$ من حامض الكبريتيك $(M = 98\ g/mol)$ ، علماً بأن $20\ ml$ من نفس الحامض تحتاج الى $16\ ml$ من $NaOH$ تركيزها 0.1 M لمعادلته ← (تعني تسحيح) (1د/ 2017- خارج القطر)

الحل:

1) نجد تركيز الحامض المولاري من تسحيحه مع القاعدة:



$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(\text{M} \times V)_{H_2SO_4}}{n} = \frac{(\text{M} \times V)_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(\text{M} \times 20\ ml)_{H_2SO_4}}{1} = \frac{(0.1\ \text{M} \times 16\ ml)_{NaOH}}{2}$$

$$\text{M} = 0.04\ mol/L$$

2) نجد كتلة $BaSO_4$:



$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_{4\,(S)} + 2HCl$$

$$m\,(g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m\,(g) = 0.04\ (mol/L) \times 233(g/mol) \times 100\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 0.932\ g$$

ملاحظة:



1) كمية H_2SO_4 تكافئ كمية $NaOH$

2) كمية H_2SO_4 تكافئ كمية $BaCl_2$ ومنها كمية H_2SO_4 تكافئ كمية $BaSO_4$.



مسائـــــــــــل وزاريـــــــــــة:

سؤال وزاري (2013/د2):

يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Zn^{2+} وذلك بإضافة . . . .

سؤال وزاري (2014/د2):

العامل المرسب للمجموعة الثالثة (A) هو . . . .

سؤال وزاري (2014/د3):

كيف يتم الفصل بين ايونات الفضة Ag^{+} والباريوم Ba^{2+} والالمنيوم Al^{3+} ؟

سؤال وزاري (2014/د3 - تمهيدي): (2016/د3) (2017 /د1)

العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو . . . . بوجود . . . .

سؤال وزاري (2016/د2):

تترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة . . . .

سؤال وزاري (2016/د3) (2019 /د1) :

يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Ca^{2+} وذلك بإضافة . . . .

(2016 /د1- خ ق) (2017 /د2- خ ق) (2017 – د3/ موصل- احسب المعامل الوزني للمغنيسيوم للفرع التطبيقي)

احسب النسبة المئوية للفسفور الموجود في نموذج من الفوسفات وزنه $0.68\ g$ تم ترسيبه ثم احرق واصبح على هيئة بايروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_7$ والذي كان وزنه النهائي $0.435\ g$ ، علماً ان الكتل الذرية لـ $O = 16$ ، $P = 31$ ، $Mg = 24$

ج/ 18%

(2017 /د1- خارج القطر)

العامل المرسب لايونات المجموعة الرابعة هو . . . .

سؤال وزاري (2019/د2):

لمعايرة محلول $Ba(OH)_2$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح $35\ ml$ منه مع حامض النتريك HNO_3 ذو تركيز 0.04 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $55.5\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول $Ba(OH)_2$ ثم جد عدد غرامات $Ba(OH)_2$ المذابة في $750\ ml$ من المحلول .

علماً ان الكتل الذرية: $O = 16$ ، $H = 1$ ، $Ba = 137$

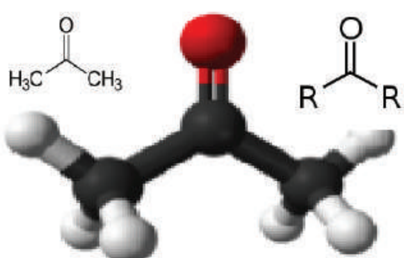
ج// 0.03 M ، $3.85\ g$

الفصـــل السابع

الكيمياء العضوية

للهيدروكاربونات المعوضة

اعداد الاستاذ حبيب الجنابي



مركب الاسيتون

2020

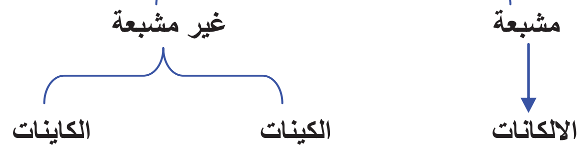


الهيدروكاربونات المعوضة

الكيمياء العضوية:
وهي فرع من فروع علم الكيمياء يهتم بدراسة خواص وتركيب وتفاعلات الانواع المختلفة للمركبات التي يكون فيها عنصر الكاربون اساساً في تكوينها اضافة الى عناصر اخرى ، وتقسم الى قسمين رئيسين:

الكيمياء العضوية

الهيدروكاربونات — الهيدروكاربونات المعوضة



الهيدروكاربونات المعوضة:
1) هاليدات الالكيل
2) الكحولات
3) الايثرات
4) الالديهايدات
5) الكيتونات
6) الحوامض الكاربوكسيلية
7) الاسترات
8) الامينات

الهيدروكاربونات:

تعريفها: وهي مركبات عضوية تحتوي على عنصر الكاربون والهيدروجين فقط وتعتبر من ابسط المركبات العضوية .

اصنافها:

1) **الالكانات:** مركبات عضوية هيدروكاربونية تكون جميع اواصرها مفردة قوية (اواصر تساهمية) لها الصيغة العامة $(R-H)$ والقانون العام (C_nH_{2n+2}) .

2) **الالكينات:** مركبات عضوية تحتوي على اصرة مزدوجة الصيغة العامة لها $(=C=C=)$ والقانون العام (C_nH_{2n}) .

3) **الالكاينات:** مركبات عضوية تحتوي على اصرة ثلاثية الصيغة العامة لها $(-C\equiv C-)$ والقانون العام (C_nH_{2n-2}) .

اختلاف تسمية الالكانات والالكينات والالكاينات:

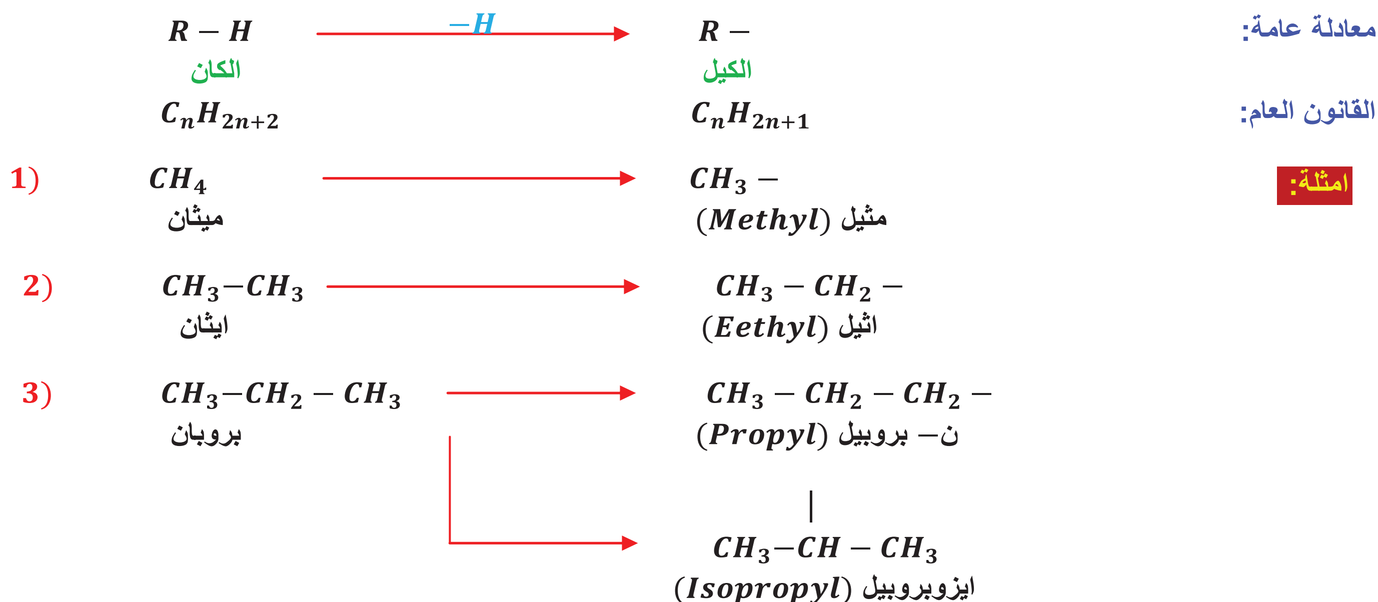
عدد ذرات الكاربون	المقطع اللاتيني	الكان (ان)	الكين (ين)	الكاين (اين)
C_1	ميث	ميثان		
C_2	ايث	ايثان	ايثين	ايثاين
C_3	بروب	بروبان	بروبين	بروباين
C_4	بيوت	بيوتان	بيوتين	بيوتاين
C_5	بنت	بنتان	بنتين	بنتاين
C_6	هكس	هكسان	هكسين	هكساين
C_7	هبت	هبتان	هبتين	هبتاين
C_8	اوكت	اوكتان	اوكتين	اوكتاين
C_9	نون	نونان	نونين	نوناين
C_{10}	ديك	ديكان	ديكين	ديكاين

انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر



مجاميع الالكيل:

تعريفها: هي المجموعة المتبقية من الالكان بعد حذف ذرة هيدروجين وتكون مرتبطة دائماً بذرة او مجموعة اخرى ، ويستفاد منها في تسمية المركبات العضوية وذلك بحذف المقطع (ان) واستبدالها بالمقطع (يل) .



تسمية الهيدروكاربونات حسب التسمية النظامية (IUPAC) :

1) نختار اطول سلسلة مستمرة من ذرات الكاربون وتعطى اسم المقطع اللاتيني المقابل الذي يشير الى عدد ذرات الكاربون في السلسلة .

2) اذا كانت السلسة مشبعة (الكان) نضيف المقطع (ان) للمقطع اللاتيني ، واذا كانت السلسلة غير مشبعة فنضيف المقطع (ين) عند وجود اصرة مزدوجة (اي الكين) ونضيف المقطع (اين) عند وجود اصرة ثلاثية (اي الكاين) .

3) نرقم الالكان من الطرف الاقرب للتفرع (عند وجود فروع) ونرقم الالكين والالكاين من الطرف الاقرب للاصرة المزدوجة او الثلاثية على التوالي .

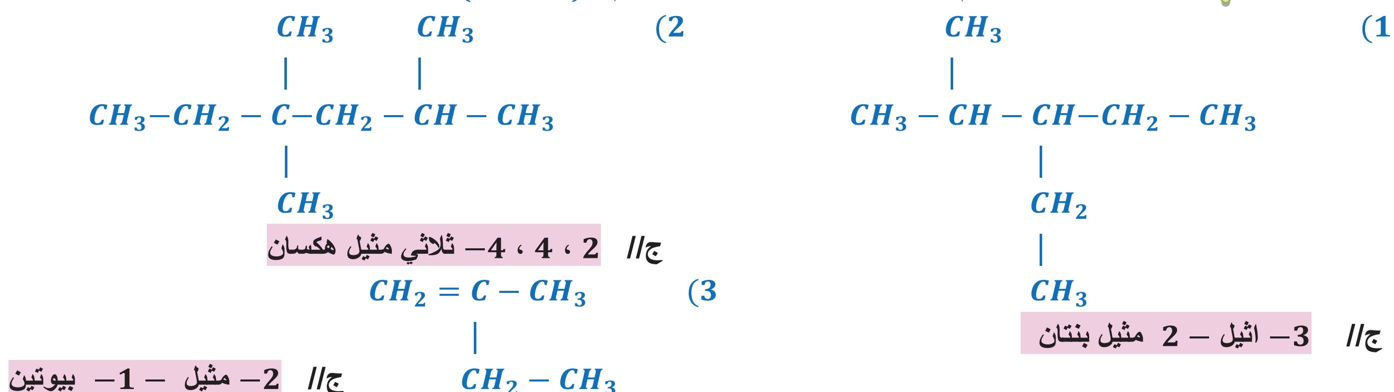
4) نذكر رقم ذرة الكاربون الحاملة للفرع واسم الفرع ثم الالكان او الالكين او الالكاين المقابل مع ذكر اصغر رقمي الاصرة المزدوجة او الثلاثية .

5) عند وجود فروع متشابهة من مجاميع الالكيل (مثيل او اثيل او بروبيل) نذكر ثنائي ، ثلاثي ، . . .للدلالة على عدد المجاميع المتشابهة

6) عند وجود مجاميع الكيل مختلفة فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية اي الاثيل (Eethyl) قبل المثيل (Methyl) .

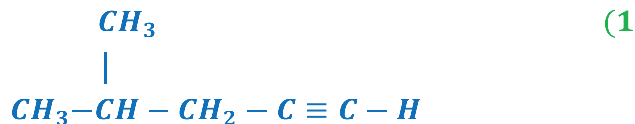
مثال 2-7

ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام (IUPAC) :

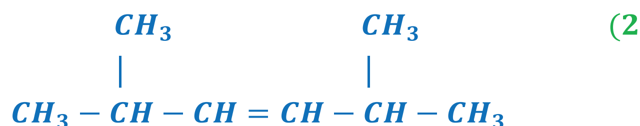


تمرين 7-2

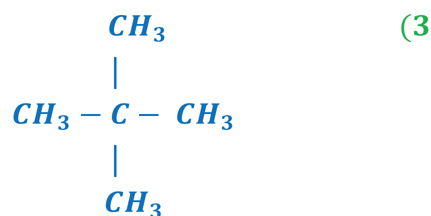
اكتب اسماء المركبات التالية وفق نظام ($IUPAC$) :

1) 

ج// 4– مثيل – 1– بنتاين

2) 

ج// 2 ، 5 – ثنائي مثيل –3– هكسين

3) 

ج// 2 ، 2 – ثنائي مثيل بروبان

الصيغة الجزيئية: وهي الصيغة الكيميائية التي تبين عدد الذرات في المركب الكيميائي مثال ، الايثان C_2H_6 .

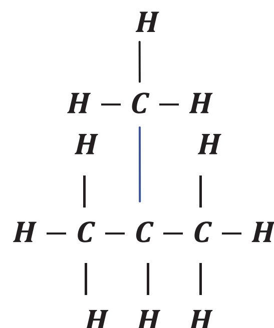
الصيغة البنائية (التركيبية): وهي الصيغة الكيميائية التي تبين كيفية ترابط الذرات المكونة للمركب مع بعضها في الفراغ ، ويمكن بواسطتها التمييز بين عدة مركبات تشترك في صيغة جزيئية واحدة .

الايزومرات: وهي عدة مركبات تتشابه في الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغ التركيبية ، ولذلك تكون مختلفة في درجات الانصهار والغليان وفي خواصها الفيزيائية والكيميائية وفي تسميتها .

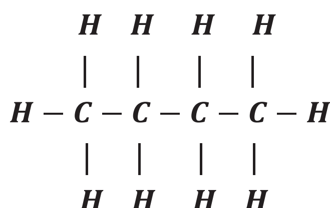
مثال 7-1

ما الصيغتان البنائيتان للمركبين ن– بيوتان و 2– مثيل بروبان (ايزوبيوتان) ، واللذان لهما نفس الصيغة الجزيئية C_2H_6 .

الحل:



2– مثيل بروبان



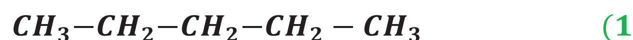
ن– بيوتان

وكما هو متوقع فالمركبين مختلفين في خواصهما الفيزيائية والكيميائية على الرغم من كونهما يمتلكا نفس الصيغة الجزيئية .

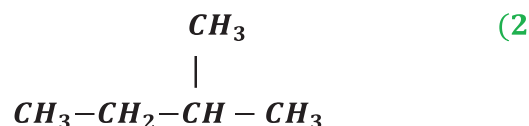


تمرين 7-1 اكتب جميع الصيغ التركيبية للمركب C_5H_{12} مع تسميتها .

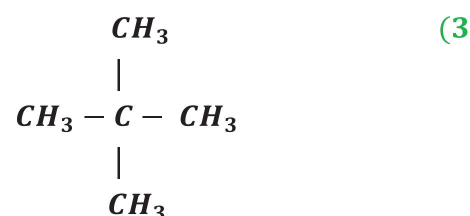
الحل:

1) 

ن – بنتان

2) 

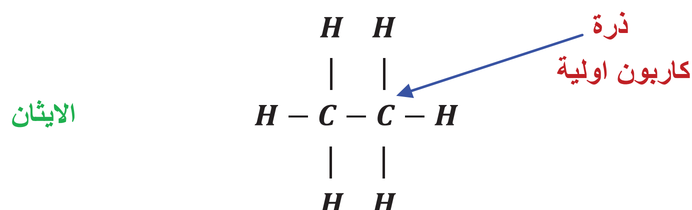
2– مثيل بيوتان

3) 

2 ، 2 – ثنائي مثيل بروبان

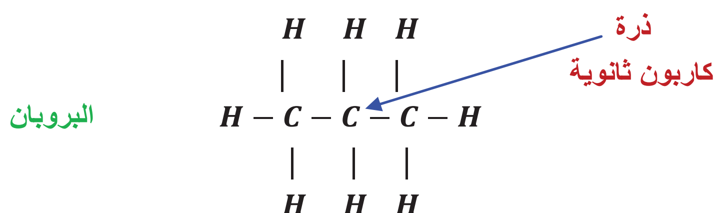
اصناف ذرات الكاربون:

1) **ذرة الكاربون الاولية:** وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بها ذرة كاربون واحدة فقط ، مثال :



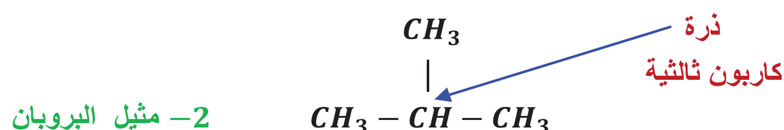
الايثان

2) **ذرة الكاربون الثانوية:** وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بها ذرتي كاربون اخرى ، مثال :



البروبان

3) **ذرة الكاربون الثالثية:** وهي ذرة الكاربون التي ترتبط بها ثلاث ذرات كاربون اخرى ، مثال :



2– مثيل البروبان

ملاحظة: ترتبط ذرة الكاربون بأربعة اواصر تساهمية دائماً بسبب الترتيب الالكتروني لها ، حيث يحتوي الغلاف او المستوى الخارجي لها على اربعة الكترونات ونظراً لصعوبة فقدان او اكتساب اربعة الكترونات فأن الذرة تشارك او تساهم بالكتروناتها الاربعة لتكوين اربعة اواصر :



الهيدروكاربونات المعوضة:

وهي مركبات عضوية تحتوي على الكاربون والهيدروجين وعناصر اخرى مثل الهالوجين والاوكسجين والنتروجين وغيرها حلت محل ذرة هيدروجين في الهيدروكاربون .

المجموعة الفعالة:

وهي ذرة او مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكاربون في المركبات العضوية فتكسب المركب العضوي صفات كيميائية وفيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية ، وكما في الجدول الاتي:

ت	اسم المركب	الصيغة العامة	المجموعة الفعالة (الوظيفية)	مقطع التسمية	القانون العام	قاعدة التسمية النظامية
1	هاليدات الالكيل	$R-x$ $x = Cl, Br, I$	$-x$	يل	$C_nH_{2n+1}x$	هالو الكان
2	الكحولات	$R-OH$	$-OH$	ول	$C_nH_{2n+2}O$	الكانول
3	الايثرات	$R-O-R^{\backslash}$	$-OR$ كوكسيد	ايثر	$C_nH_{2n+2}O$	كوكسي الكان
3	الالديهايدات	O $\Vert$ $R-C-H$	O $\Vert$ $-C-$ كاربونيل	أل	$C_nH_{2n}O$	الكانال
5	الكيتونات	O $\Vert$ $R-C-R^{\backslash}$	O $\Vert$ $-C-$ كاربونيل	ون	$C_nH_{2n}O$	الكانون
6	الحوامض الكاربوكسيلية	O $\Vert$ $R-C-OH$	O $\Vert$ $-C-OH$ كاربوكسيل	ويك	$C_nH_{2n}O_2$	حامض الكانويك
7	الاسترات	O $\Vert$ $R-C-OR^{\backslash}$	O $\Vert$ $-C-OR^{\backslash}$	اسم الالكيل + وات	$C_nH_{2n}O_2$	الكيل الكانوات
8	الامينات	$R-NH_2$ امين اولي $R-NH-R^{\backslash}$ امين ثانوي $R^{\backslash\backslash}$ $\vert$ $R-N-R^{\backslash}$ امين ثالثي	$-NH_2$	امين	$C_nH_{2n+3}N$	1) الشائعة الكيل امين 2) النظامية امينو الكان



هاليدات الالكيل:

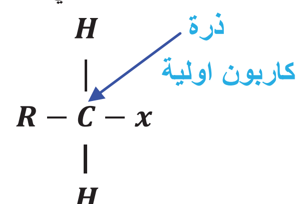
وهي مركبات ناتجة من احلال ذرة هالوجين محل ذرة هيدروجين في الالكانات ، لذلك تعد من مشتقات الالكانات .

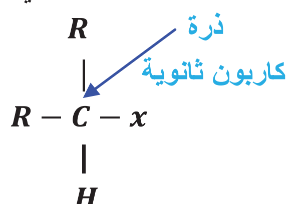
الصيغة العامة: $R-x$ حيث: R - مجموعة الكيل ، x - ذرة هالوجين $(x = Cl, Br, I)$

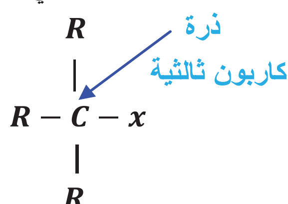
القانون العام: $C_nH_{2n+1}x$

المجموعة الفعالة: $-x$

اصناف الهاليدات:







تسمية هاليدات الالكيل: حسب الطريقة النظامية ايوباك $(IUPAC)$

1) نختار اطول سلسلة مستمرة لذرات الكاربون تحوي ذرة الهالوجين ونرقم من الطرف الاقرب للهالوجين .

2) نذكر رقم ذرة الكاربون الحاملة للهالوجين ثم اسم الهالوجين مع أضافة الحرف (و) ثم اسم الالكان المقابل .

3) عند وجود اكثر من ذرة هالوجين متشابهة نذكر العدد ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ، . . . .

4) عند وجود اكثر من ذرة هالوجين مختلفة ، فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية اي $(Bromo$ ثم $Chloro$ ثم $Iodo)$

5) نسمي فروع مجاميع الالكيل (ان وجدت) حسب الحروف الابجدية الانكليزية وكالاتي:
اثيل $(Eethyl)$ ثم ايزوبروبيل $(Isopropyl)$ ثم مثيل $(Methyl)$ ثم بروبيل $(Propyl)$.

6) تسمى فروع الهاليد قبل مجموعة الالكيل .

7) نضع بين رقم واخر فارزة (،) وبين رقم وحرف شارحه (—) .



ملاحظة:

عند وجود فرع هاليد وفرع الكيل فالاولوية للهاليد في الترقيم وفي التسمية . . . .

امثله حول تسمية الهاليدات:

1) CH_3-Cl
كلورو ميثان

2) CH_3-CH_2-Br
1− برومو ايثان

3)
$$\begin{array}{ccc} Br & & Br \\ | & & | \\ CH_2 & - & CH_2 \end{array}$$
1 ، 2 − ثنائي برومو ايثان

4)
$$\begin{array}{ccccc} & & Br & & \\ & & | & & \\ CH_3 & - & C & - & CH_3 \\ & & | & & \\ & & Br & & \end{array}$$
2 ، 2 − ثنائي برومو بروبان

5)
$$\begin{array}{ccccccc} & & & & Cl & & \\ & & & & | & & \\ CH_3 & - & CH_2 & - & CH & - & CH_3 \end{array}$$
2 − كلورو بيوتان

6)
$$\begin{array}{ccccccc} & & Cl & & Br & & \\ & & | & & | & & \\ CH_3 & - & CH & - & CH & - & CH_3 \end{array}$$
2− برومو − 3 − كلورو بيوتان

7)
$$\begin{array}{ccccccccc} & & CH_3 & & & & & & \\ & & | & & & & & & \\ CH_3 & - & CH & - & CH_2 & - & CH_2 & - & Br \end{array}$$
1− برومو − 3 − مثيل بيوتان

8)
$$\begin{array}{ccccc} & & Cl & & \\ & & | & & \\ H & - & C & - & Cl \\ & & | & & \\ & & Cl & & \end{array}$$
ثلاثي كلورو ميثان

تمرين 7-3

1) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

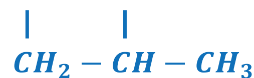
أ) 1 ، 1 − ثنائي كلورو ايثان

ب) 2− برومو − 2 − يودو هكسان

ج) 2− يودو − 2 − مثيل بيوتان

2) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

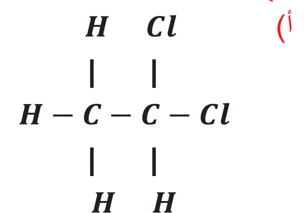
أ) $CHCl_3$ ب)



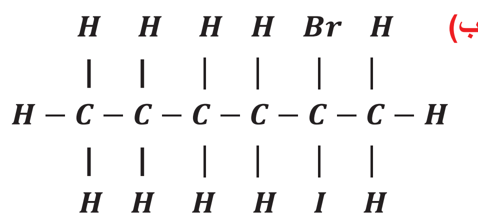
الحل:

1)

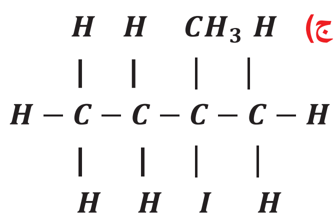
أ)



ب)



ج)



2)

أ) ثلاثي كلورو ميثان ب) 1− برومو − 2 − كلورو بروبان



تحضير هاليدات الالكيل:

تحضر الهاليدات بعدة طرق ومنها الطريقة المختبرية وهي:

اضافة هاليد الهيدروجين الى الالكين:

عند تفاعل هاليد الهيدروجين HX والذي يشمل (HCl و HBr و HI) مع الالكين ستضاف ذرة الهيدروجين الى احد ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة وذرة الهالوجين الى ذرة كاربون الاصرة المزوجة الثانية لينتج هاليد الالكيل ، ويعتبر هذا التفاعل من تفاعلات الاضافة الالكتروفيلية (الباحثة عن الالكترونات) .

تفاعلات الاضافة الالكتروفيلية:

وهي نوع من انواع التفاعلات التي يتم من خلالها مهاجمة كاشف باحث عن الالكترونات (الكتروفيل) الى مركب يحتوي على اصرة مزدوجة او ثلاثية .

النيوكليوفيل:

هو كاشف باحث عن النواة لانه غني بالالكترونات (يمتلك مزدوج واحد او اكثر من الالكترونات) غير المتأصرة مثال $Br:^-$ و $Cl:^-$.

الالكتروفيل:

هو كاشف باحث عن الالكترون (فقير بالالكترونات) لانه يمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقبال مزدوج الكتروني مثال H^+ وايون الكاربونيوم . (2015 د/ 3)

انواع الالكينات:

1) الالكينات المتناظرة:

وهي الالكينات التي يكون لذرتي كاربون الاصرة المزدوجة نفس المجاميع المرتبطة بهما اي متشابهة .

ملاحظة:
ميكانيكيات التفاعل اينما وجدت للاطلاع فقط .

مثال 1:



$$CH_2 = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_2(H) - CH_2(Br)$$

الاثيلين + بروميد الهيدروجين ← بروموايثان

مثال 2:



$$CH_3 - CH = CH - CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3 - CH(H) - CH(Cl) - CH_3$$

2 – بيوتين + كلوريد الهيدروجين ← 2 – كلورو بيوتان

ميكانيكية التفاعل: (المثال (1))

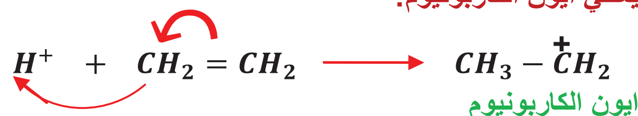
1) تفكك بروميد الهيدروجين الى ايون البروميد وايون الهيدروجين:



$$HBr \longrightarrow H^+ + Br^-$$

الكتروفيل ، نيوكليوفيل

2) يضاف البروتون (ايون الهيدروجين) الى الاصرة المزدوجة ليعطي ايون الكاربونيوم:



$$H^+ + CH_2 = CH_2 \longrightarrow CH_3 - \overset{+}{C}H_2$$

ايون الكاربونيوم

2) يهاجم ايون البروميد السالب ايون الكاربونيوم ليعطي هاليد الالكيل:



$$CH_3 - \overset{+}{C}H_2 + Br^- \longrightarrow CH_3 - CH_2 - Br$$

الكتروفيل + نيوكليوفيل ← بروموايثان

ملاحظة

الخطوات الثلاث اعلاه تحصل لجميع الالكينات المتناظرة فيكون الناتج نفسه لعدم اهمية موقع اضافة الهيدروجين وذرة الهاليد .

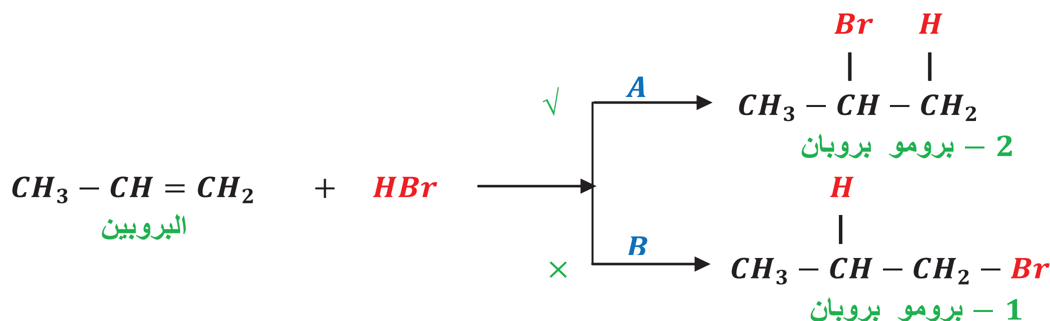
2) الالكينات غير المتناظرة:

وهي الالكينات التي تكون فيها المجاميع المرتبطة بذرتي كاربون الاصرة المزدوجة مختلفة ، وتتم أضافة حسب قاعدة ماركوفينيكوف .

قاعدة ماركوفينيكوف: (2014 /د 3) (2019 /د1- خ ق)

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .

مثال: (2014 / تمهيدي)

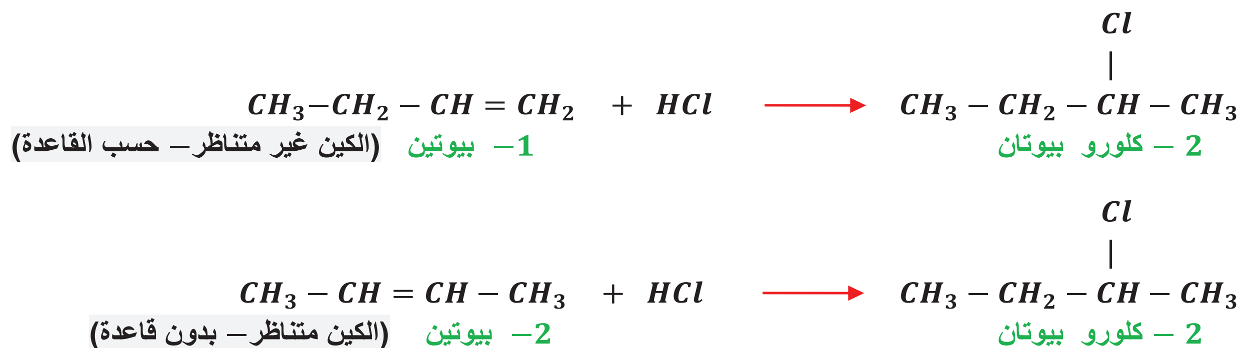


س// عند اضافة بروميد الهيدروجين الى البروبين ينتج 2 – برومو بروبان وليس 1 – برومو بروبان ، علل ذلك ؟

ج// وذلك لان ايون الكاربونيوم 2^o (الناتج A) اكثر استقراراً من ايون الكاربونيوم 1^o (الناتج B) ، وان الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفينيكوف . (2016 /د 2) (2017 /د 1) (2018 /تمهيدي- الاضافة حسب قاعدة ———) (2018 /د 2)

تمرين 7-4 اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1– بيوتين واخرى الى 2– بيوتين . (2015 /د 2) (2016 /د 1)

الحل:

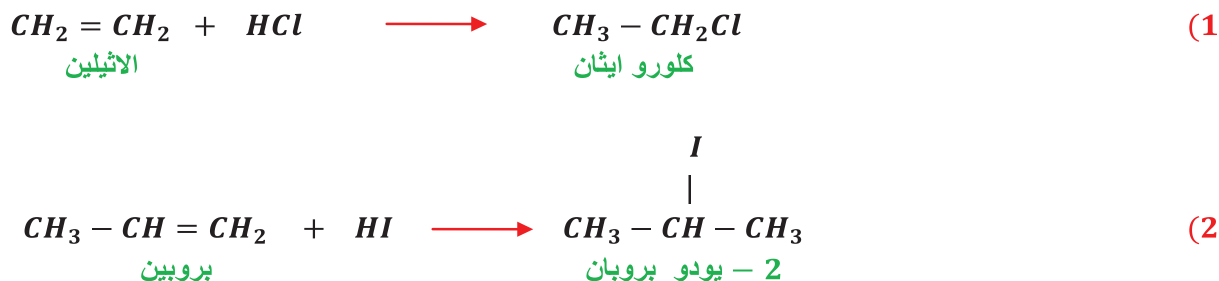


مثال 7-3

حضر كل مما يأتي:

1) كلورو ايثان من الاثيلين 2) 2 – يودو بروبان من البروبين

الحل:





تمرين 7-5

اكتب المعادلة الكيميائية التي تحقق التفاعلات الاتية:

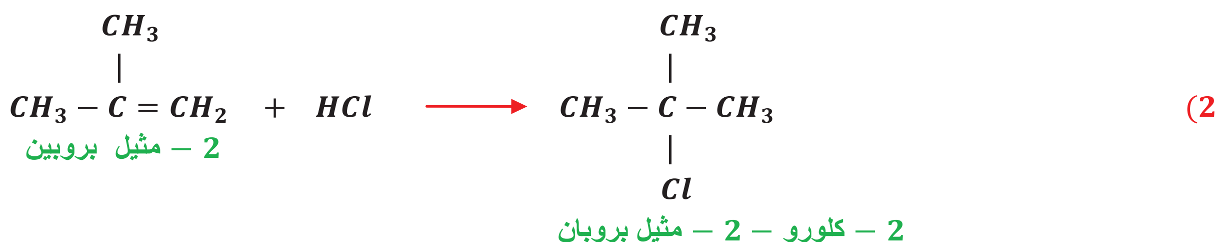
(3 د/ 2013)

1) تحضير 2 – برومو بيوتان من الكين المناسب .

2) اضافة حامض الهيدروكلوريك HCl الى (2 – مثيل بروبين) .

الحل:

1)



$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{|}{\overset{Br}{CH}}-CH_3$$

1– بيوتين → 2 – برومو بيوتان

2)

$$CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3$$

2 – مثيل بروبين → 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

خواص هاليدات الالكيل:

الخواص الفيزيائية:

1) الهاليدات التي لها ذرة كاربون واحدة او ذرتين (C_1 او C_2) تكون بالحالة الغازية .

2) الهاليدات الاخرى لغاية (C_{18}) فهي سوائل عديمة اللون .

3) الهاليدات التي لها اكثر من ثمانية عشر ذرة كاربون فهي مواد صلبة عديمة اللون .

4) لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية ، وذلك لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية ، علل ؟

الخواص الكيميائية:

س/ تكون الاصرة بين ذرتي الكاربون والهالوجين في هاليدات الالكيل ذات صفة قطبية ، علل ذلك ؟

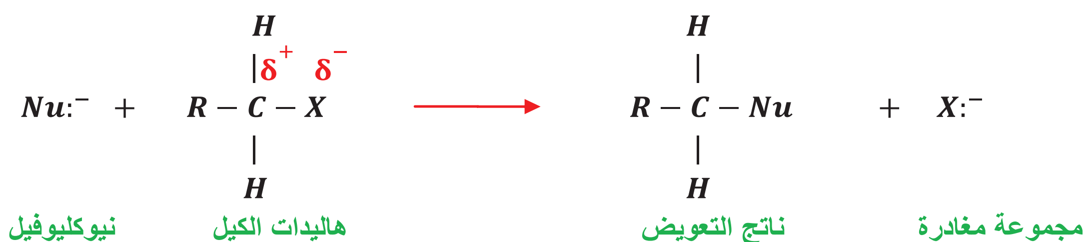
ج/ بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى ذرة الكاربون .

س/ تكون ذرة الكاربون المرتبطة بذرة الهالوجين هدفاً جيداً للاضافة من قبل النيوكليوفيل (كواشف باحثة عن النواة) ، علل ذلك ؟

ج/ بسبب استقطاب ذرة الكاربون ، اي انها تحمل شحنة موجبة جزئية والهالوجين يحمل شحنة سالبة جزئية .

س/ تعتبر تفاعلات التعويض النيوكليوفيلية من اكثر تفاعلات هاليدات الالكيل اهميا ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لانه يمكن بواسطتها تحضير مركبات عضوية ذات مجموعات فعالة مختلفة ، وكالاتي:



$$Nu:^- + R-\underset{H}{\overset{H}{C}}{}^{\delta^+}-X^{\delta^-} \longrightarrow R-\underset{H}{\overset{H}{C}}-Nu + X:^-$$

نيوكليوفيل، هاليدات الكيل، ناتج التعويض، مجموعة مغادرة

ومن امثلة المجموعات النيوكليوفيلية التي تتفاعل مع هاليدات الالكيل هي:

($-OH$ ، $RO-$ ، NH_3) والتي منها يتم تحضير الكحولات والايثرات والامينات على التوالي .

ومن اهم تفاعلات هاليدات الالكيل:

1) تفاعل هاليدات الالكيل مع محلول KOH المائي لتعطي الكحول:

حيث يتم استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة الهيدروكسيل $(-OH)$: (تفاعل استبدال او تعويض) (2016 /ت) (2019 / تمهيدي)

$$CH_3-CH_2-Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-CH_2-OH + KBr$$

برومو ايثان — كحول الايثانول

---

2) تفاعل هاليدات الالكيل مع محلول KOH الكحولي لينتج الالكينات: (تفاعل حذف)

حيث يتم حذف ذرة الهالوجين X مع ذرة هيدروجين مجاورة لذرة كاربون الهالوجين لتكوين اصرة مزدوجة (الكين):

(2017 /د 2) $\underset{H}{CH_2}-\underset{Br}{CH_2} + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_2=CH_2 + KBr + H_2O$

مائي وكحولي — بروموايثان — اثيلين

---

3) التفاعل مع فلز المغنيسيوم لتكوين كاشف كرينيارد: (تفاعل اضافة)

حيث تتفاعل الهاليدات مع فلز المغنيسيوم بوجود الايثر الجاف (الخالي من الرطوبة) لتكوين كاشف كرينيارد والذي يستخدم في تحضير الحوامض الكاربوكسيلية لاحقاً بعد مفاعلته مع غاز CO_2 وتحلله مائياً:

$$CH_3I + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3MgI$$

يودو ميثان — يوديد مغنيسيوم المثيل (كاشف كرينيارد)

تمرين 7-6

وضح بالمعادلة الكيميائية ماذا يحدث عند مفاعلة:

1) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان .

2) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي مع 1 – برومو – 3 – اثيل بنتان .

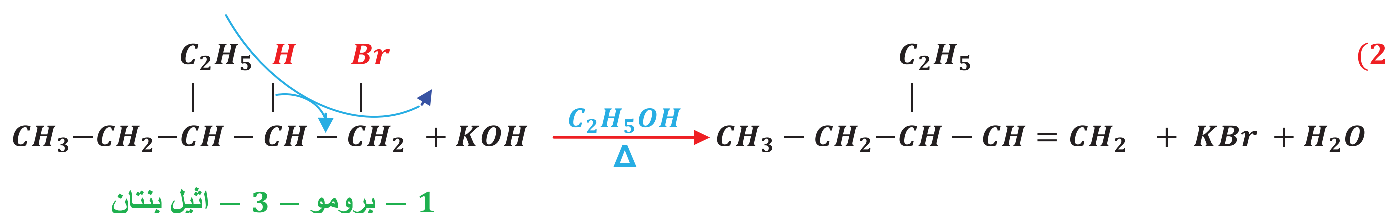
الحل:

1)

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{Cl}{C}}-CH_3 + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3 + KCl$$

2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

2)



$$CH_3-CH_2-\overset{C_2H_5}{CH}-\overset{H}{CH}-\overset{Br}{CH_2} + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_3-CH_2-\overset{C_2H_5}{CH}-CH=CH_2 + KBr + H_2O$$

1 – برومو – 3 – اثيل بنتان



الكحولات:

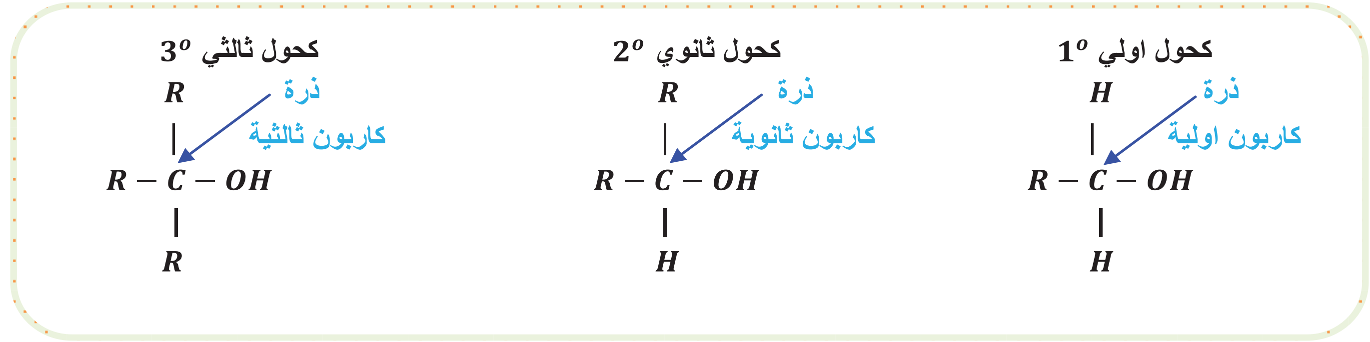
وهي مركبات عضوية تكون فيها مجموعة هيدروكسيل مرتبطة بذرة كاربون مشبعة (OH) .

صيغتها العامة: $R - OH$

قانونها العام: $C_nH_{2n+2}O$

المجموعة الوظيفية: $-OH$

اصنافها:



تسمية الكحولات: حسب الطريقة النظامية ايوباك $(IUPAC)$

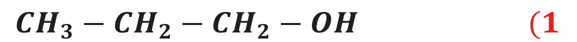
1) اختيار اطول سلسلة كاربونية مستمرة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل ، ونرقم السلسلة من الطرف الاقرب للهيدروكسيل (OH)

2) نسمي الفروع اولاً (ان وجدت) بذكر الهالوجينات ثم مجاميع الالكيل .

3) نسمي الكحول بأضافة المقطع (ول) الى نهاية الالكان ليصبح (الكانول) .



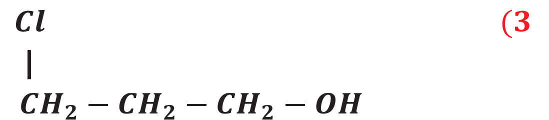
وكما في الامثلة الاتية:

1) 

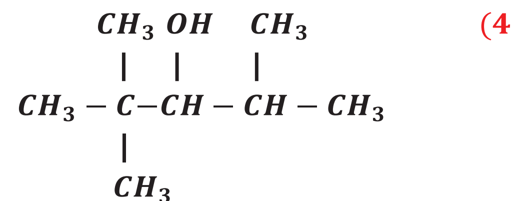
1 – بروبانول

2) 

2 – بروبانول

3) 

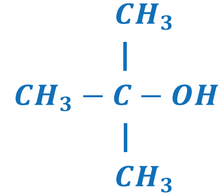
3 – كلورو – 1 – بروبانول

4) 

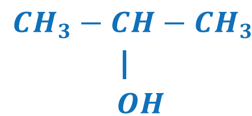
2 ، 2 ، 4– ثلاثي مثيل– 3 – بنتانول

تمرين 7-7

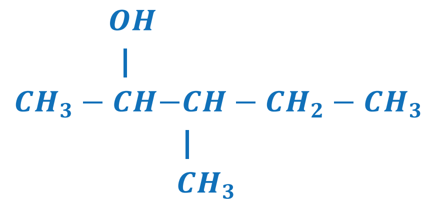
أ) اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية:



ج// 2– مثيل– 2 – بروبانول



ج// 2 – بروبانول

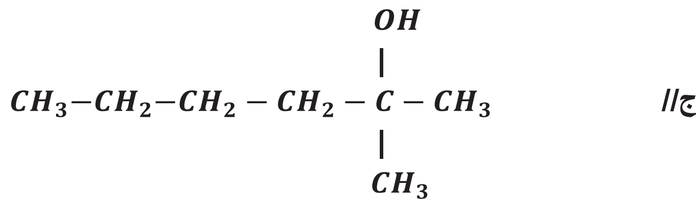


ج// 3– مثيل– 2 – بنتانول

ب) اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

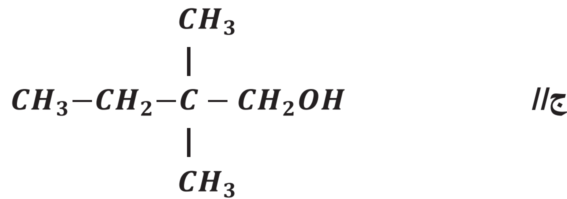
1) 2– مثيل– 2 – هكسانول

ج//



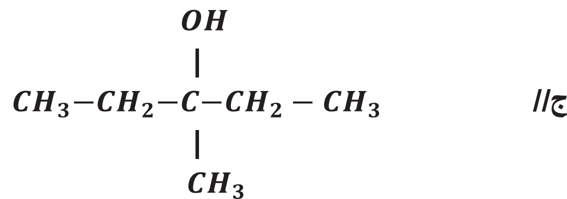
2) 2 ، 2 ثنائي مثيل– 1 – بيوتانول

ج//



3) 3– مثيل– 3 – بنتانول

ج//



مثال 7-4

ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية ($74g/mol$) علماً ان الكتل الذرية هي: ($O = 16$ ، $C = 12$ ، $H = 1$) (2014 د/ 2 – خاص عدد ذرات الكاربون 4) (2015 د/ 1) (2015 د/ 2) (2019 د/ 2)

الحل:

القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 74g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 74$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 74$$
$$14n = 56$$
$$n = 4$$



∴ الكحول هو $C_4H_{10}O$
والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) هي كالاتي:

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1 – بيوتانول (1^o)	2) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2– مثيل– 1 – بروبانول (2^o)
3) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ 2 – بيوتانول (2^o)	4) $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_2$ 2– مثيل– 2 – بروبانول (3^o)

تمرين 7-8

ما هي الصيغ البنائية المحتملة لخمسة متجانسات للكحولات ذوات الكتلة المولية $(88g/mol)$ ،
علماً ان الكتل الذرية هي: $(H = 1$ ، $C = 12$ ، $O = 16)$ (2017/ د 2 خ ق) (2018/ د 1 خ ق)

الحل:

القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 88g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n+2) + (1 \times 16) = 88$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 88$$
$$14n = 70$$
$$n = 5$$

∴ الكحول هو $C_5H_{12}O$ والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) كالاتي:

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ — 1 – بنتانول

2) $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$ — 2– بنتانول

3) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$ — 3– بنتانول

4) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$ — 2– مثيل 1 – بيوتانول

5) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$ — 3– مثيل 1 – بيوتانول

ملاحظة: وهناك متجانسات اخرى ولكن المطلوب هو خمسة فقط في السؤال .

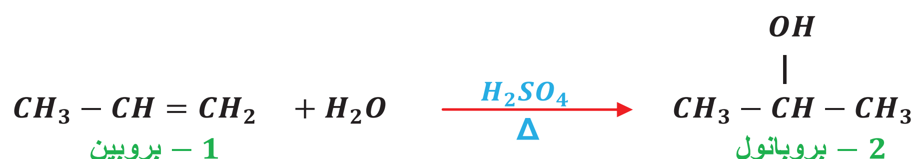
تحضير الكحولات:

تحضر الكحولات بعدة طرق ومنها الطريقة المختبرية وهي:

اضافة جزيء الماء الى الالكين:

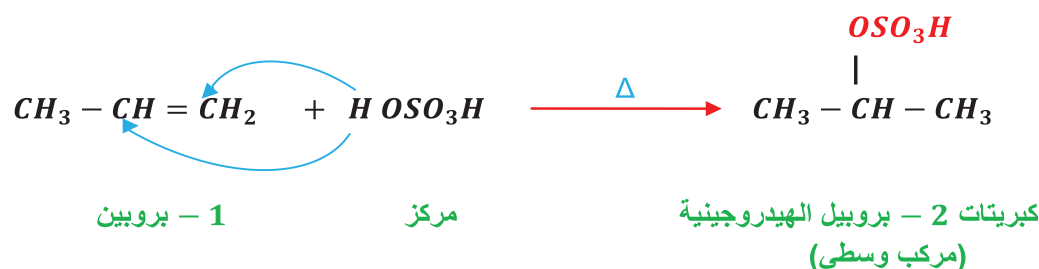
يتم اضافة الماء H_2O الى الالكين بوجود حامض الكبريتيك H_2SO_4 المركز الساخن حيث يتفاعل حامض الكبريتيك مع الالكين في بداية التفاعل ليكون كبريتات الالكيل الهيدروجينية حسب (قاعدة ماركوفنيكوف) ثم يتحلل مائياً الى كحول .

مثال:

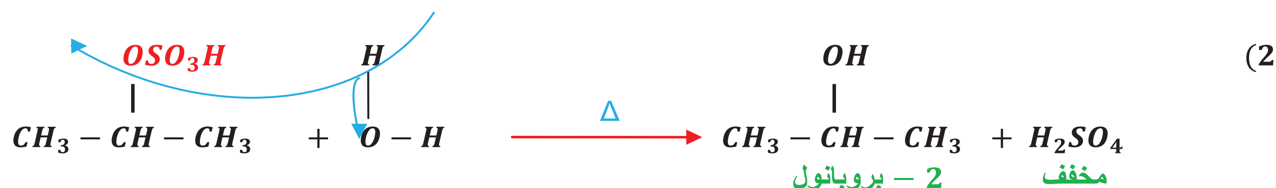


الميكانيكية:

1)



2)



تمرين 7-9

حضر:

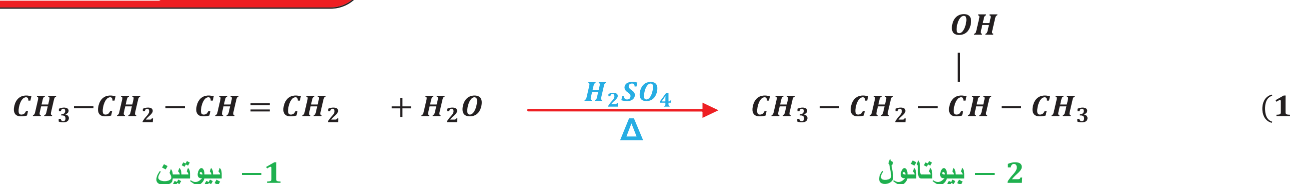
1) 2 – بيوتانول من 1– بيوتين

2) الايثانول من الاثيلين

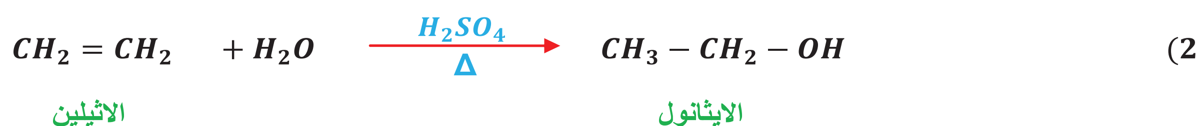


الحل:

1)



2)

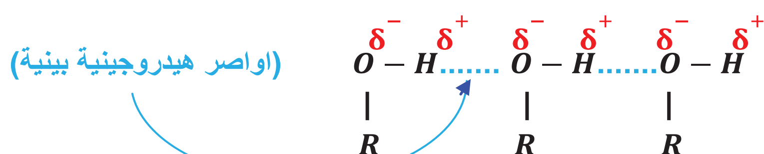


خواص الكحولات:

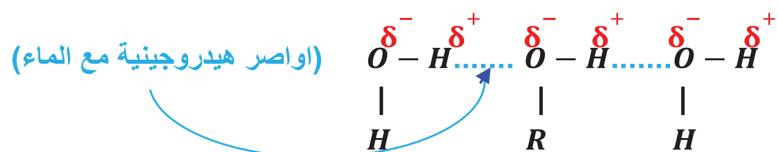
الخواص الفيزيائية:

1) تمتاز الكحولات بانها سوائل ذات سمية عديمة اللون وذات رائحة مميزة .

2) لها درجات غليان عالية نسبة الى الالكانات المقابلة ، علل ذلك ؟
بسبب قابلية الكحولات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .



3) تمتزج الكحولات من $(C_3 - C_1)$ بشكل تام مع الماء (اي تذوب في الماء) علل ذلك ؟
بسبب قابلية الكحولات على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء .



الخواص الكيميائية:

الكحولات مركبات فعالة تتفاعل مع الكواشف الايونية والقطبية وكالاتي:

1) تفاعل الكحولات مع فلزالصوديوم او البوتاسيوم مكونة الكوكسيدات وتحرر غاز H_2 :



$$2CH_3CH_2-OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3CH_2O^-Na^+ + H_2\uparrow$$

الايثانول ... ايثوكسيد الصوديوم

ملاحظة: يستفاد من هذا التفاعل في تحضير الايثرات ، وكذلك في التمييز بين الكحولات والمركبات الاخرى كالالكانات بسبب تحرر H_2 .

---

2) تفاعل الكحولات مع خماسي كلوريد الفسفور PCl_5 وثلاثي كلوريد الفسفور PCl_3 لتكوين هاليدات الالكيل:



$$CH_3CH_2-OH + PCl_5 \xrightarrow{\text{بيريدين}} CH_3CH_2-Cl + POCl_3 + HCl$$

الايثانول (2013 /تمهيدي) ... كلورو ايثان



$$3CH_3-OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3CH_3-Cl + H_3PO_3$$

ميثانول ... كلورو ميثان

ملاحظة:

- يستفاد من هذا التفاعل في تحضير هاليدات (كلوريدات) الالكيل .
- لا تصنف الكحولات ضمن القواعد القوية لانها لاتتأين لتعطي ايون OH^- .

---

3) تفاعل الكحولات مع هاليد الهيدروجين (HX) لتكوين هاليدات الالكيل:

وتختلف سرعة التفاعل بأختلاف نوع الكحول وعلى اختلاف نوع الهاليد (HX) حيث الكحول الثالثي يتفاعل سريعاً والثانوي اقل والاولي لايتفاعل ، اما نوع هاليد الهيدروجين (HX) كالاتي: $(HI > HBr > HCl)$.

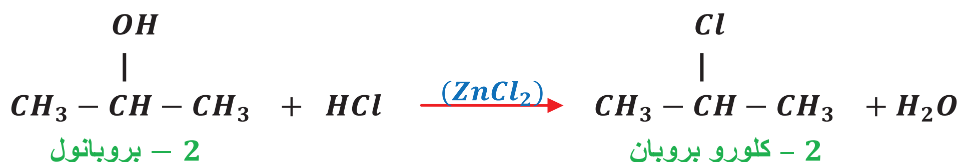
كاشف لوكاس: هو محلول كلوريد الزنك $(ZnCl_2)$ المذاب في حامض الهيدروكلوريك المركز .

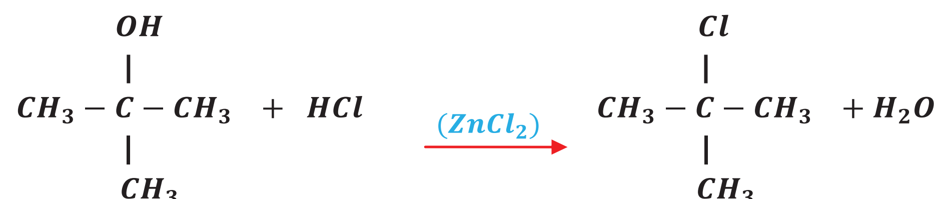
اهميتة: يستخدم للتمييز بين انواع الكحولات حيث تتفاعل الكحولات الثالثية مباشرة مع الكاشف (HCl) مكونة عكرة في المحلول نتيجة لتكون هاليد الالكيل غير الذائب ، اما الكحولات الثانوية فيستغرق التفاعل $(2-5)$ دقائق لغرض تكوين العكرة ، اما الكحولات الاولية فلا تتفاعل . (2016 /د 1 – يستخدم الكاشف للتمييز بين .... (2016 /د 3)

مثال 7-5 ميز كيميائياً بين 1 – بروبانول و 2 – بروبانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2014 د/ 3)(2015 د/ 1)

الحل: يمكن التمييز بين انواع الكحولات الثلاث اعلاه بأستخدام كاشف لوكاس حيث الكحول الذي لا يتفاعل فهو الكحول الاولي اي 1– بروبانول ، اما الكحول الذي يتأخر بعد مرور (2 – 5) دقيقة فهو الكحول الثانوي اي 2 – بروبانول ، امــا الذي يتفاعل مباشرة مكوناً عكرة فهو كحول ثالثي اي 2– مثيل – 2 – بروبانول ، وكما في التفاعلات الاتية:





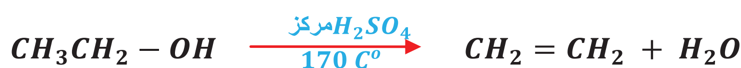


---

4) نزع او سحب جزيئة الماء من الكحولات لتكوين الالكينات:

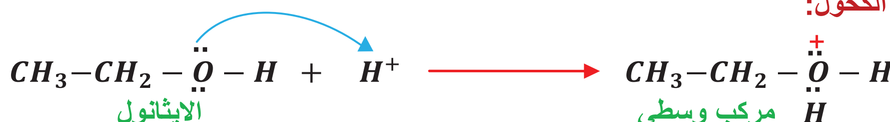
يعامل الكحول مع حامض الكبريتيك المركز في درجة حرارة $170\ C^o$ ليتم تفاعل حذف جزيئة الماء مكوناً الالكين ، حيث تحذف مجموعة OH وذرة هيدروجين من ذرة كاربون مجاورة لذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH .

مثال:



الميكانيكية: (وتتضمن ثلاث خطوات)

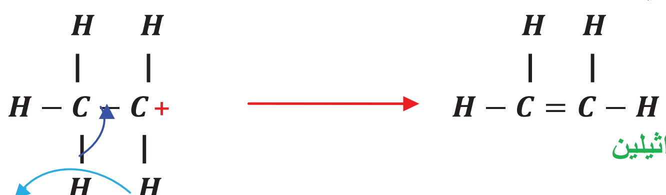
1) اضافة بروتون الى جزىء الكحول:



2) نزع او حذف جزيئة ماء من المركب الوسطي اعلاه ليعطي ايون الكاربونيوم:



3) فقدان بروتون من ايون الكاربونيوم ليعطي الالكين:

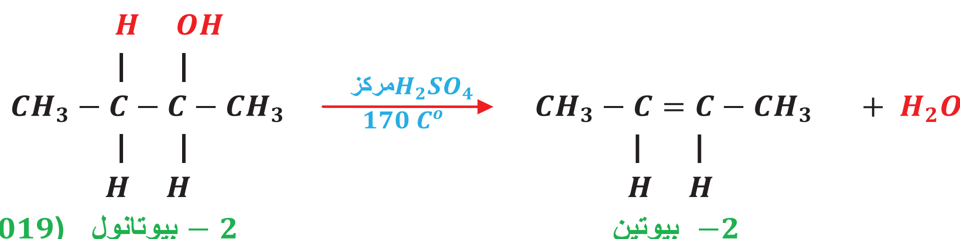




قاعدة ستيسيف للحذف: وتنص على ان:
((الايون الموجب يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب)) . (اي عكس قاعدة ماركوفنيكوف للاضافة)

تمرين 7-10 عند سحب جزيء ماء من 2 – بيوتانول يكون الناتج 2– بيوتين وليس 1– بيوتين ، علل ذلك ؟
(2016 /د1 - خ ق)

الحل: السبب هو حسب قاعدة ستيسيف للحذف (نذكر نص القاعدة) وحسب التفاعل التالي:



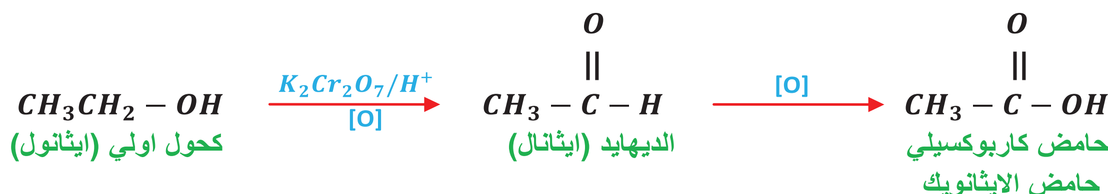
$$CH_3-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-CH_3 \xrightarrow[170\ C^o]{\text{مركز}\ H_2SO_4} CH_3-\underset{H}{C}=\underset{H}{C}-CH_3 + H_2O$$

2 – بيوتانول (2019 /د3- ما ناتج سحب) 2– بيوتين

---

5) الاكسدة:
يمكن اكسدة الكحولات بأحد العوامل المؤكسدة وهي مزيج من $KMnO_4/H_2SO_4$ او $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ وكالاتي:

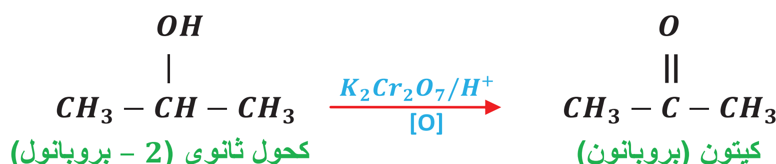
أ) الكحول الاولي (1^o):
تتأكسد الكحولات الاولية الى الالديهايدات اولاً ثم تتأكسد الى الحامض الكاربوكسيلي كما في المثال الاتي:



$$CH_3CH_2-OH \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{\text{[O]}} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

كحول اولي (ايثانول) — الديهايد (ايثانال) — حامض كاربوكسيلي حامض الايثانويك

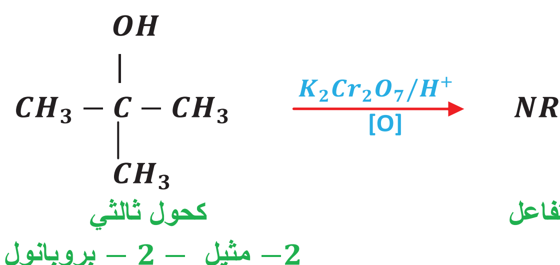
ب) الكحول الثانوي (2^o):
تتأكسد الكحولات الثانوية الى الكيتونات:



$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

كحول ثانوي (2 – بروبانول) — كيتون (بروبانون)

ب) الكحول الثالثي (3^o):
لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة ، بسبب استقرارية مركباتها لان ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH الكحولية خالية من ذرة الهيدروجين ، علل ذلك ؟



$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3 \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} NR$$

كحول ثالثي
2– مثيل – 2 – بروبانول
لا يحدث تفاعل



1) يستخدم تفاعل الاكسدة للتمييز بين انواع الكحولات الثلاثة (اي طريقة ثانية للتمييز والطريقة الاولى هي طريقة كاشف لوكاس) ، وهي عكس كاشف لوكاس .

2) مفهوم الاكسدة هو اضافة ذرة اوكسجين او حذف هيدروجين او كلاهما .

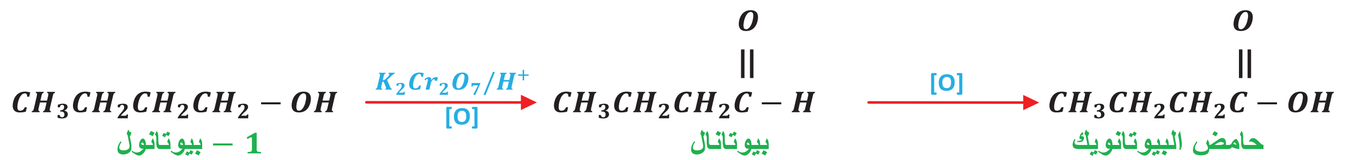
3) دليل حصول التفاعل هو تغير لون العامل المؤكسد حيث للبرمنغنات لون بنفسجي وللكرومات لون اصفر .

تمرين 7-11 ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية:

1) 1 – بيوتانول 2) 2 – بيوتانول 3) 2– مثيل – 2– بروبانول (2016 /د 2) (2016 /د 3)

الحل:

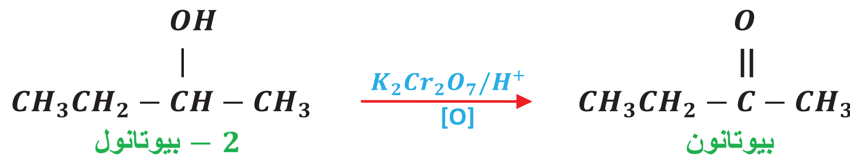
1) 1 – بيوتانول (2018 /تمهيدي) (2017 /د 3- 1 – بروبانول) (2019 / تمهيدي)



$$CH_3CH_2CH_2CH_2-OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

1 – بيوتانول بيوتانال حامض البيوتانويك

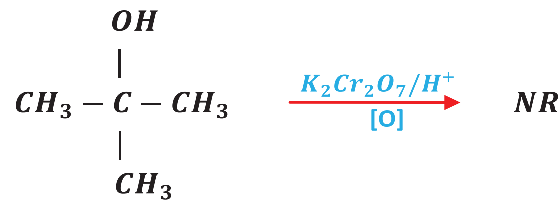
2) 2 – بيوتانول (2017 /د 1 خ ق) (2018 /د 2- خ ق)



$$CH_3CH_2-\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{CH}}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 – بيوتانول بيوتانون

3) 2– مثيل – 2– بروبانول



$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} NR$$

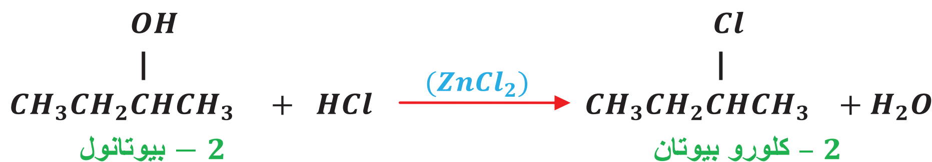
كحول ثالثي
2– مثيل – 2 – بروبانول

لا يحدث تفاعل (2017 /د3- موصل) علل ؟

تمرين 7-12 مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون . اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية . (2018 /د 1)

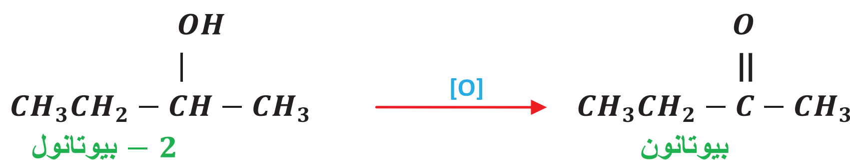
الحل:

بما ان المركب يستجيب لكاشف لوكاس لذلك فهو كحول ، وبما انه يعطي كيتون عند الاكسدة لذلك فهو كحول ثانوي:



$$CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}H}CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3CH_2\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}CH_3 + H_2O$$

2 – بيوتانول 2 – كلورو بيوتان



$$CH_3CH_2-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 – بيوتانول بيوتانون



الايثرات:

هي مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتي الكيل .

صيغتها العامة: $R - O - R^{\backslash}$

القانون العام: $C_nH_{2n+2}O$

المجموعة الوظيفية: $C - O - C$

انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

انواعها:

1) ايثرات متناظرة: وهي عندما $R = R^{\backslash}$ مثال $CH_3 - O - CH_3$.

2) ايثرات غير متناظرة: وهي عندما $R \neq R^{\backslash}$ مثال $CH_3CH_2 - O - CH_3$.

تسمية الايثرات: حسب الطريقة النظامية ايوباك $(IUPAC)$

1) نختار اطول سلسلة من مجموعتي الالكيل (المجموعة الاكبر) ونعتبرها السلسلة الام وتعطى اسم الالكان المقابل .

2) نرقم السلسلة الام من الطرف الاقرب لذرة الكاربون المرتبطة بذرة الاوكسجين .

3) نعتبر الطرف المتبقي (الفرع الاصغر $R - O$) تفرعاً ويأخذ اسم الكوكسي وحسب نوع مجموعة الالكيل وكالاتي:

$CH_3 - O$ ميثوكسي

$CH_3CH_2 - O$ ايثوكسي

$CH_3CH_2CH_2 - O$ بروبوكسي

$$CH_3 - \underset{|}{\overset{O}{CH}} - CH_3$$ 2– بروبوكسي

4) نكتب موقع واسم التفرعات – المتصلة بالسلسلة الام – ان وجدت .

ملخص التسمية:

ملخص بسيط: كوكسي الكان

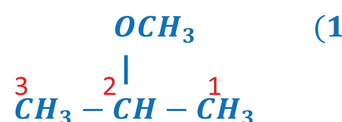
ملخص مفصل:

رقم الفرع واسمه (في السلسلة الام) ان وجد + رقم الكاربون المتصل بالمجموعة RO (عدا الطرفي) + اسم مجموعة الكوكسي RO + اسم الالكان (السلسلة الام)

مثال 6-7

اكتب الاسم النظامي للمركبات الاتية:

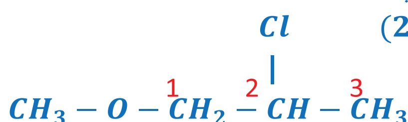
1)



$$\overset{3}{C}H_3 - \overset{2}{C}H(OCH_3) - \overset{1}{C}H_3$$

2– ميثوكسي بروبان

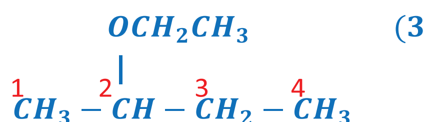
2)



$$CH_3 - O - \overset{1}{C}H_2 - \overset{2}{C}H(Cl) - \overset{3}{C}H_3$$

2– كلورو ميثوكسي بروبان

3)



$$\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H(OCH_2CH_3) - \overset{3}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_3$$

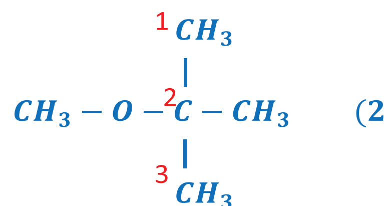
2– ايثوكسي بيوتان

تمرين 7-13

أ) اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية:

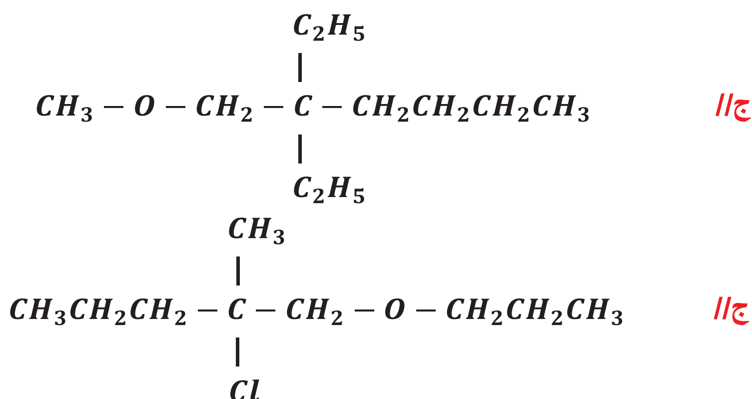
1) $CH_3 - O - CH_3$ ج// ميثوكسي ميثان



2)

ج// 2 – مثيل – 2 – ميثوكسي بروبان

ب) اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية:

1) 2 ، 2 – ثنائي اثيل ميثوكسي هكسان ج//



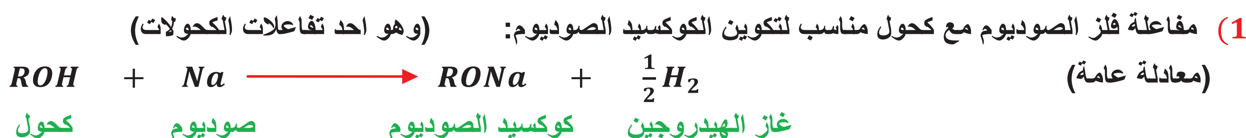
2) 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبوكسي بنتان ج//

$$CH_3CH_2CH_2 - \underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}} - CH_2 - O - CH_2CH_2CH_3$$

تحضير الايثرات: تحضر الايثرات بطريقة وليمسون وبخطوتين وكما يأتي:

1) مفاعلة فلز الصوديوم مع كحول مناسب لتكوين الكوكسيد الصوديوم: (وهو احد تفاعلات الكحولات)

(معادلة عامة)



$$ROH + Na \rightarrow RONa + \frac{1}{2}H_2$$

كحول، صوديوم، كوكسيد الصوديوم، غاز الهيدروجين

2) مفاعلة الكوكسيد الصوديوم مع هاليد الالكيل المناسب لتكوين الايثر المطلوب:

(معادلة عامة)



$$RO - Na + R^{\backslash} - X \rightarrow ROR^{\backslash} + NaX$$

كوكسيد الصوديوم، هاليد الالكيل، ايثر

س/ في تحضير الايثرات يجب استخدام هاليد الكيل اولي ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان استخدام الهاليد الثانوي والثالثي في التفاعل يؤدي الى تكوين مركبات اخرى غير مرغوب فيها .

تمرين 7-14

1) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول . (2017 /د3) (2017/1د - موصل) (2018 /د2- ايثوكسي بروبان)

2) اكمل نواتج التفاعل الاتي : $CH_3 - ONa + CH_3CH_2CH_2 - Br$

ميثوكسيد الصوديوم، برومو بروبان



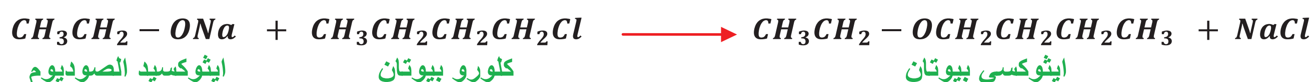
الحل:

1) من الايثانول يحضر جزء الكوكسي ومن الهاليد يحضر جزء البيوتان:



$$CH_3CH_2 - OH + Na \rightarrow CH_3CH_2 - ONa + \frac{1}{2}H_2$$

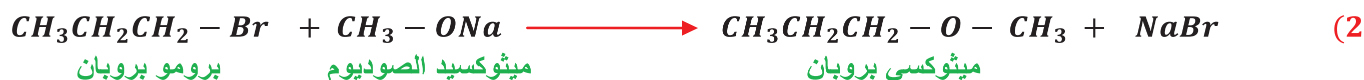
كحول الايثانول، ايثوكسيد الصوديوم



$$CH_3CH_2 - ONa + CH_3CH_2CH_2CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2 - OCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

ايثوكسيد الصوديوم، كلورو بيوتان، ايثوكسي بيوتان



2) 

$$CH_3CH_2CH_2-Br + CH_3-ONa \longrightarrow CH_3CH_2CH_2-O-CH_3 + NaBr$$

برومو بروبان — ميثوكسيد الصوديوم — ميثوكسي بروبان

خواص الايثرات:

الخواص الفيزيائية:

1) ان ميثوكسي ميثان وميثوكسي ايثان هي غازات في درجات الحرارة الاعتيادية ، امـــا بقية الايثرات فهي سوائل متطايرة لانها تمتلك درجات غليان واطئة .

2) قابلة للاشتعال بصورة كبيرة وتكون عديمة اللون وتمتاز بروائح مقبولة .

3) للايثرات درجات غليان اوطأ من درجة غليان الكحولات المناظرة ، بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها ، علل ذلك ؟

4) قليلة الذوبان في الماء ، بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء عدا تلك التي تمتلك مجاميع الكيل صغيرة فهي ذائبة في الماء ، علل ذلك .

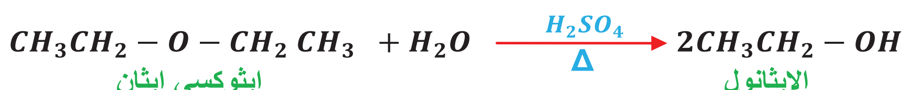
ملاحظة: الكحولات مركبات تذوب في الماء ، تليها الايثرات قليلة الذوبان في الماء ، امـا الالكانات فلا تذوب في الماء .

الخواص الكيميائية:

تعتبر الايثرات مركبات مستقرة فهي لاتتفاعل مع القواعد ولا مع العوامل المؤكسدة او العوامل المختزلة ولا مع الفلزات الفعالة ، امـا تفاعلاتها فهي تتفاعل مع حامض الكبريتيك المركز والمخفف ومع PCl_5 :

1) تفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك: (2019 /د1- ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مع الحامض المخفف والمركز)

أ) تفاعلها مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن لتعطي الكحولات:

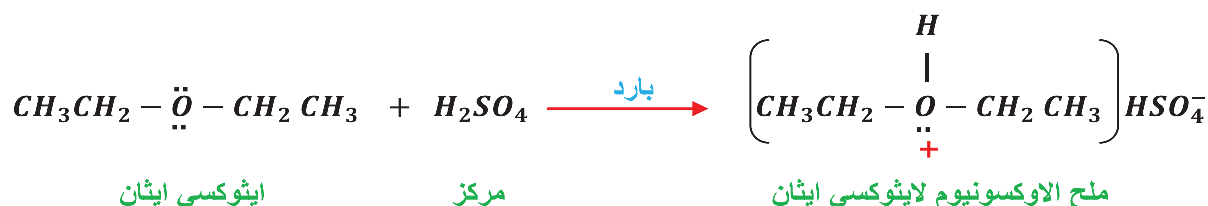


$$CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3CH_2-OH$$

ايثوكسي ايثان — الايثانول

ب) تفاعلها مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم:

حيث تهب الايثرات زوج من الالكترونات الى ايون الهيدروجين الموجب (الناتج من الحامض) لتكوين ملح الاوكسونيوم ، ويمكن ان يعاد تكوين الايثرات من معاملة ملح الاوكسونيوم مع الماء:



$$CH_3CH_2-\ddot{O}-CH_2CH_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{بارد}} \left[CH_3CH_2-\overset{H}{\underset{+}{O}}-CH_2CH_3\right]HSO_4^-$$

ايثوكسي ايثان — مركز — ملح الاوكسونيوم لايثوكسي ايثان

ملاحظات:

1) في التفاعل (أ) يتفاعل الايثر مع الماء (لان المخفف يعني اضافة ماء) ، اما التفاعل (ب) فالايثر يتفاعل مع الحامض المركز (H^+) .

2) يستخدم التفاعل (أ) للتمييز بين الايثرات والالكانات ، حيث لاتتفاعل الالكانات مع الحوامض المركزة ولا مع الحوامض المخففة ، لاحظ التمرين التالي (7 – 15) (ويمكن استخدام التفاعل ب ايضاً للتمييز) .

تمرين 15-7 كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثان ؟ (تمهيدي/2014)

الحل: عند معاملة ميثوكسي ميثان مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين يعطي كحول الميثانول اما الايثان فلا يتفاعل لانه الكان:

$$CH_3-O-CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3-OH$$

ميثوكسي ميثان ← كحول الميثانول



$$CH_3\,CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} NR$$

ايثان ← لايحدث تفاعل

---

2) تفاعل الايثرات مع PCl_5 لتكوين كلوريدات الالكيل:

معادلة عامة:

$$R-O-R^\backslash + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} R-Cl + R^\backslash-Cl + POCl_3$$

ايثر ← كلوريد الالكيل + كلوريد الالكيل

مثال: (3 د/ 2014) (1 د/ 2013)



$$CH_3CH_2-O-CH_2\,CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_2-Cl + POCl_3$$

ايثوكسي ايثان + خماسي كلوريد الفسفور ← كلورو ايثان

الالديهايدات والكيتونات

تشترك الالديهايدات والكيتونات في مجموعة وظيفية واحدة هي مجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ والتي تتكون من ارتباط ذرة اوكسجين بذرة كاربون بأصرة مزدوجة ، لذلك سميت بمركبات الكاربونيل . (2 د/ 2014)

الصيغة العامة:

الالديهايدات: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

مجموعة الكاربونيل طرفية ، R يمكن ان تكون ذرة H ليعطي ميثانال وهو ابسط انواع الالديهايدات .

الكيتونات: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R^\backslash$

- مجموعة الكاربونيل غير طرفية .
- R و $R^\backslash$ لا يمكن ان تكونا ذرة H .
- R و $R^\backslash$ تكون متشابهة مختلفة .
- ابسط الكيتونات له ثلاث ذرات كاربون وهو البروبانون (الاسيتون) .



القانون العام: $C_nH_{2n}O$ لكل من الالديهايدات والكيتونات .



تسمية الالديهايدات: حسب الطريقة النظامية ايوباك $(IUPAC)$

1) نختار اطول سلسلة كاربونية تحتوي على مجموعة الكاربونيل .

2) اذا كان الالديهايد لايحمل تفرعات يسمى (الكان + ال) اي الكانال .

3) اذا كان الالديهايد يحمل تفرعات ، نرقم من طرف مجموعة الكاربونيل بحيث تأخذ ذرة كاربون الكاربونيل رقم 1 دائماً ، وكالاتي:

رقم التفرع + اسم التفرع + الكانال

امثلة:

1) $H - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - H$ ميثانال (فورمالديهايد)	2) $CH_3 - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - H$ ايثانال (استالديهايد)
3) $CH_3CH_2 - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - H$ بروبانال	4) $CH_3 - \overset{Cl}{\overset{\|}{CH}} - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - H$ 2– كلورو بروبانال

تسمية الكيتونات:

1) نختار اطول سلسلة كاربونية تحتوي على مجموعة الكاربونيل ونرقم من الطرف الاقرب لمجموعة الكاربونيل .

2) اذا كان الكيتون لايحمل تفرعات يسمى (الكان + ون) اي الكانون .

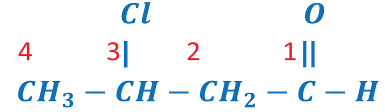
3) اذا كان الكيتون يحمل تفرعات ، نرقم من الطرف الاقرب لمجموعة الكاربونيل وكالاتي:

رقم التفرع + اسم التفرع + رقم ذرة كاربون مجموعة الكاربونيل + الكانون

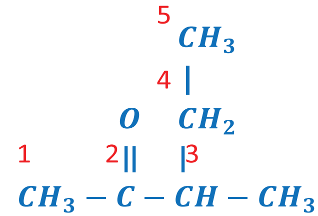
1) $CH_3 - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - CH_3$ بروبانون (اسيتون)	2) $CH_3CH_2 - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - CH_2CH_3$ 3– بنتانون
3) $CH_3CH_2 - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - CH_3$ 2– بيوتانون	4) $CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{\|}{CH}} - \overset{O}{\overset{\|\|}{C}} - CH_3$ 3– مثيل – 2– بيوتانون

تمرين 7-16

1) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:



ج// 3 – كلورو بيوتانال

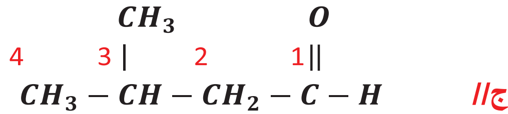


ج// 3 – مثيل – 2 – بنتانون

2) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي:

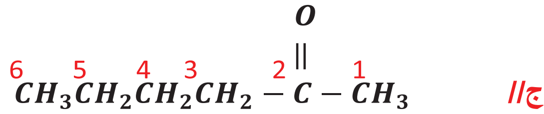
أ) 3 – مثيل بيوتانال

ج//



ب) 2 – هكسانون

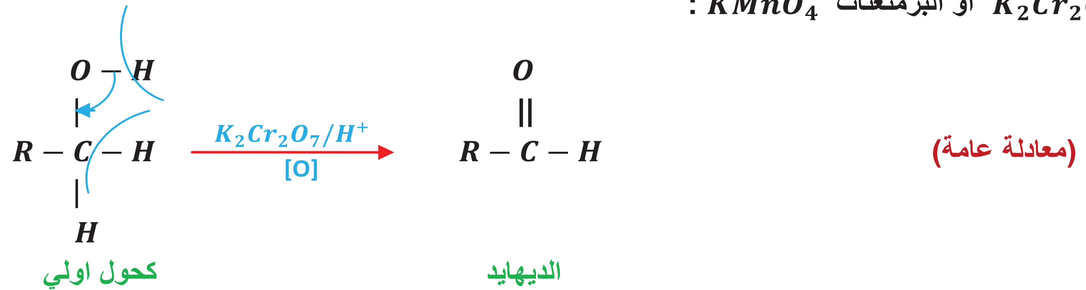
ج//



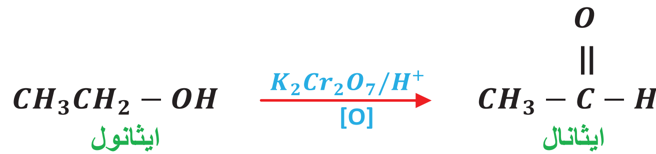
تحضير الالديهايدات:

تحضر الالديهايدات من اكسدة الكحولات الاولية (1^o) اكسدة غير تامة بأستخدام محلول محمض لثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ او البرمنغنات $KMnO_4$:

(معادلة عامة)



مثال:



ملاحظة:

1) ومن السهولة اكسدة الالديهايد المتكون ليعطي حامض كاربوكسيلي ، لذلك يكون من الضروري السيطرة على عملية الاكسدة .

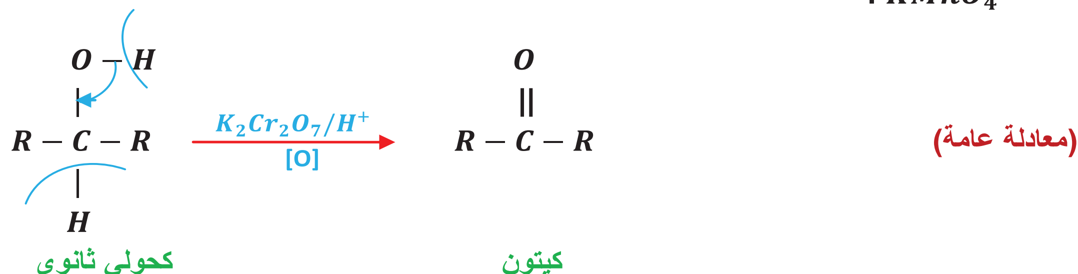
2) تعني عملية الاكسدة اضافة اوكسجين او حذف هيدروجين او كلاهما .



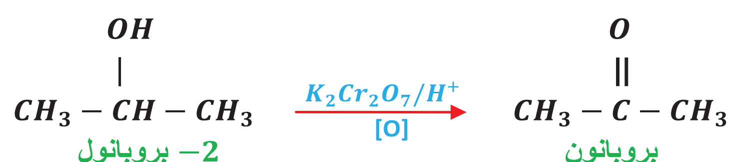
تحضير الكيتونات:

تحضر الكيتونات من اكسدة الكحولات الثانوية (2^o) بأستخدام محلول محمض لثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ او البرمنغنات $KMnO_4$:

(معادلة عامة)



مثال:



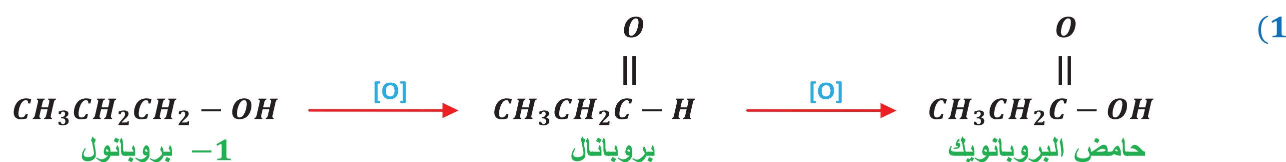
مثال 7-7

ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية:

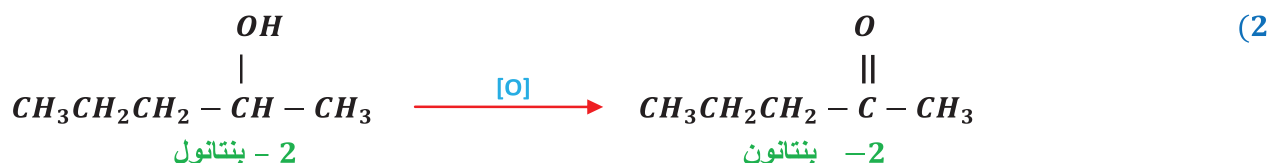
1) 1– بروبانول 2) 2– بنتانول

الحل:

1)



2)

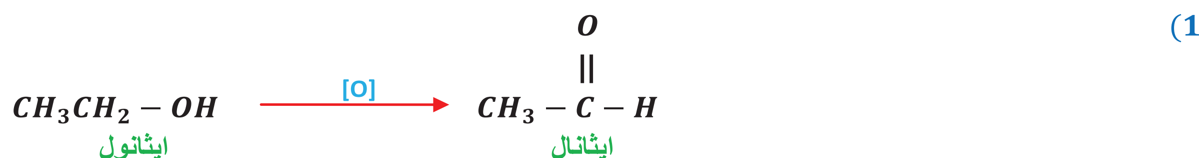


تمرين 7-17

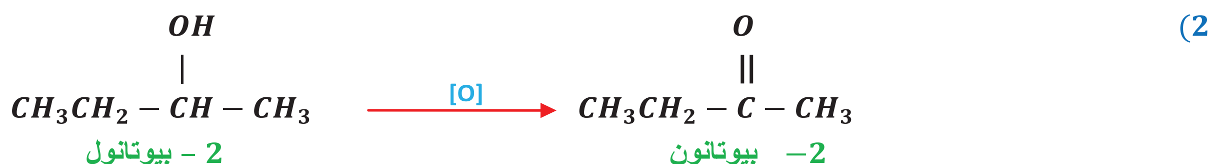
حضر كلاً من المركبات التالية بأستخدام كحول مناسب:

1) ايثانال (2013 / - تمهيدي) 2) 2– بيوتانون

1)



2)





الخواص الفيزيائية للالديهايدات والكيتونات:

1) جميعها سوائل عدا الفورمالديهايد (الميثانال) فهو غاز .

2) للالديهايدات روائح غير مقبولة بينما للكيتونات روائح مقبولة .

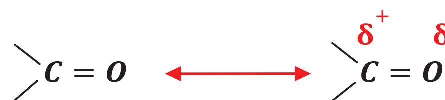
3) مركباتها قطبية وتمتزج مع الماء (اي تذوب فيه) لقابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء نظراً لكونها مركبات قطبية بسبب قطبية مجموعة الكاربونيل ، وتذوب كذلك في المذيبات العضوية كالايثر .

4) لها درجات غليان اعلى من تلك للالكانات واقل من درجة غليان الكحولات .

5) لكل من الالديهايدات والكيتونات كثافة اقل من كثافة الماء .

الخواص الكيميائية:

ان مجموعة الكاربونيل في الالديهايدات والكيتونات مجموعة عالية القطبية ، حيث ان الاوكسجين اكثر كهروسلبية من الكاربون فتكون الكترونات الاصرة المزدوجة اقرب الى ذرة الاوكسجين منها الى ذرة الكاربون ، مما يكسب ذرة الاوكسجين شحنة سالبة جزئية وذرة الكاربون شحنة موجبة جزئية:



$$>C=O \longleftrightarrow >\overset{\delta^+}{C}=\overset{\delta^-}{O}$$

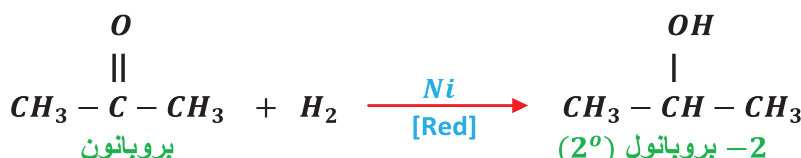
وعليه فأن ذرة الكاربون تهاجم من قبل كاشف باحث عن النواة (نيوكليوفيل) ، امـــا الاوكسجين فيهاجم من قبل كاشف باحث عن الالكترونات (الكتروفيل) ، ومن اهم تفاعلات الالديهايدات والكيتونات:

1) اختزالها بالهيدروجين الى الكحولات:

حيث يتم اختزال الالديهايدات الى الكحولات الاولية ، والكيتونات الى الكحولات الثانوية ، وذلك بمعاملتها مع H_2 بوجود عنصر البلاتين Pt او النيكل Ni ، كما في التفاعلات الاتية: حيث (Red) تعني اختزال $(Reduction)$



$$\underset{\text{ايثانال}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} \underset{\text{ايثانول}}{CH_3CH_2-OH}$$

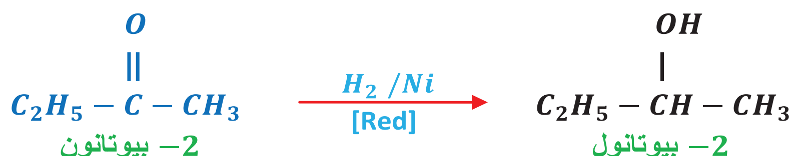


$$\underset{\text{بروبانون}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3} + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} \underset{\text{2- بروبانول } (2^o)}{CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3}$$

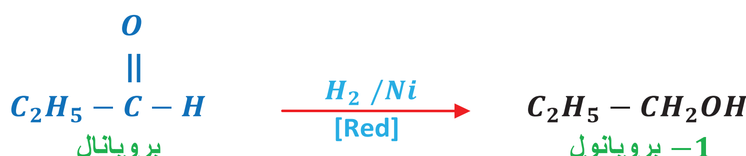
تمرين 7-18

اكمل المعادلتين الاتيتين:

الحل:



$$\underset{\text{2- بيوتانون}}{C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3} \xrightarrow[\text{[Red]}]{H_2\,/Ni} \underset{\text{2- بيوتانول}}{C_2H_5-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3}$$



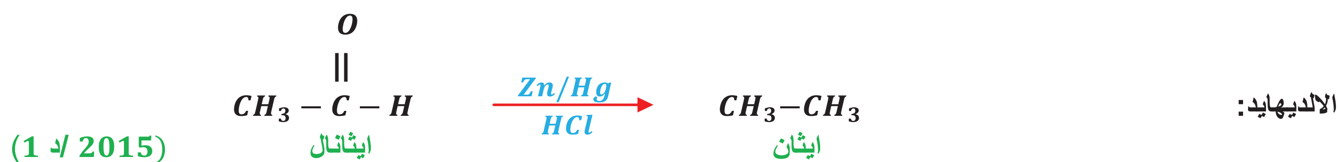
$$\underset{\text{بروبانال}}{C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} \xrightarrow[\text{[Red]}]{H_2\,/Ni} \underset{\text{1- بروبانول}}{C_2H_5-CH_2OH}$$



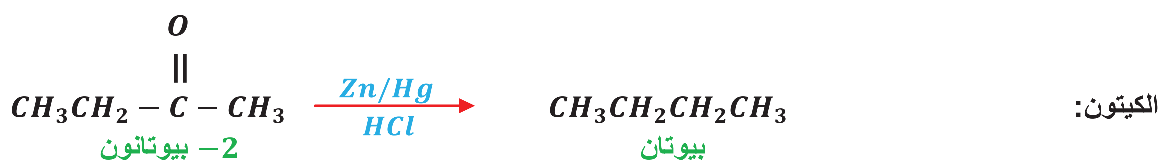
2) الاختزال الى الالكانات:

تتضمن هذه الطريقة استخدام ملغم (الزئبق – خارصين) في حامض HCl كعامل مختزل ، وتسمى طريقة اختزال كلمنسون وكما في المثال الاتي:

الالديهايد:



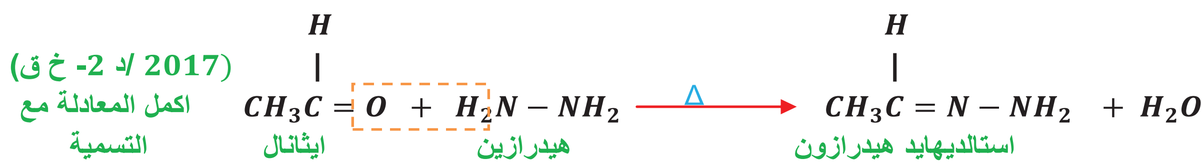
الكيتون:

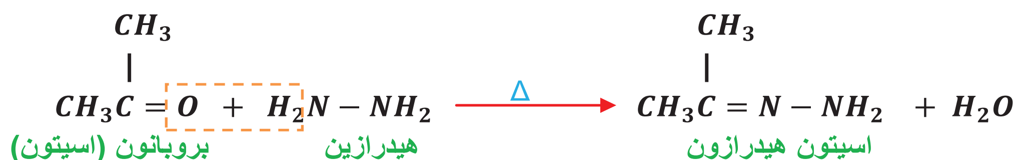


---

3) التفاعل مع الهيدرازين:

تتفاعل الالديهايدات والكيتونات مع الهيدرازين (NH_2NH_2) لتعطي الهيدرازون ، وهي مركبات صفراء او برتقالية وتدعى ايضاً بقواعد شيف:





اهميته: يستخدم التفاعل اعلاه للتعرف على وجود مجموعة الكاربونيل للالديهايد او الكيتون ، اذ تدل نواتج الهيدرازون الملونة (الصفراء والبرتقالية) على وجود مجموعة الكاربونيل .

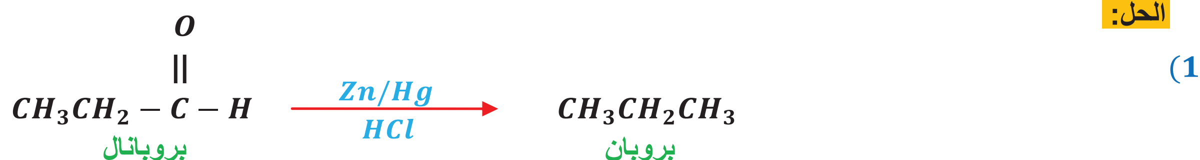
تمرين 7-19

1) حضر البروبان من البروبانال (3 د/ 2013)

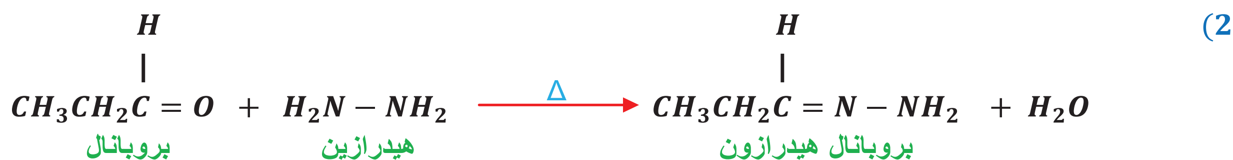
2) اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال .

الحل:

1)



2)



4) الاكسدة:

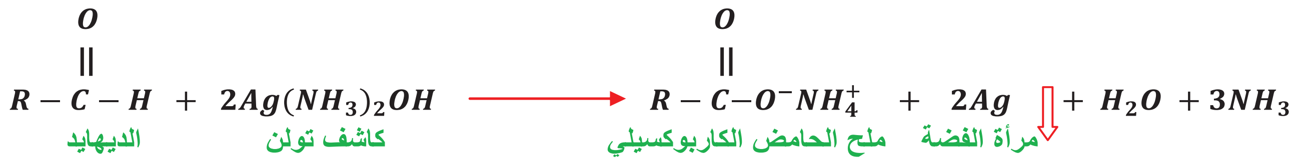
وهي من ابرز التفاعلات التي يمكن حدوثها للاديهايدات دون الكيتونات ، حيث تتاكسد الالديهايدات بوجود العوامل المؤكسدة الى الحامض العضوي (الكاربوكسيلي) المقابل في حين لايستجيب الكيتون لعملية الاكسدة ، والسبب يعود لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة في ذرة كاربون الكاربونيل في الكيتونات ووجودها في الالديهايدات (راجع تفاعلات الاكسدة للكحولات) .

اهميته:

يستخدم تفاعل الاكسدة اعلاه للتمييز بين الالديهايدات والكيتونات وحسب التفاعلات الاتية:

1) كاشف تولن:

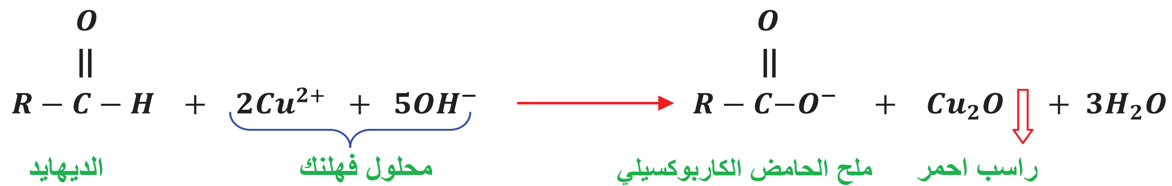
وهو محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ ، ويستخدم للكشف عن وجود الالديهايدات ، حيث يختزل ايون الفضة ليترسب على شكل فلز الفضة على جانبي الانبوبة وعلى هيئة مرأة فضية مميزة جداً ، دلالة على وجود الالديهايد بينما لاتتفاعل الكيتونات مع هذا الكاشف (اي لاتترسب الفضة) . (2019 /د3- يستخدم كاشف تولن للتمييز بين ....)

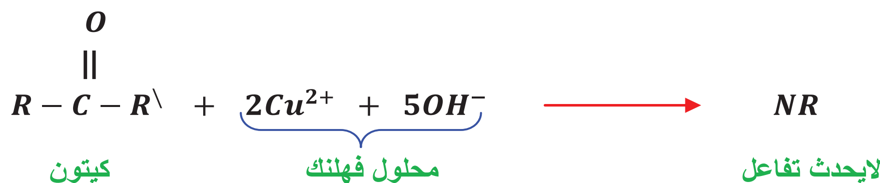




2) كاشف فهلنك: (2015 /د1- خ ق) (2017 /د 1 – يستعمل كاشف فهلنك للتمييز بين ....)

وهو محلول لملح كبريتات النحاس (II) القاعدية ازرق اللون يحتوي على جذور سالبة مثل السترات والترترات لمنع تكون راسب هيدروكسيد النحاس وذلك لانها تكون معه معقدات مستقرة دائماً ، ويستخدم لاكسدة الالديهايد حيث تختزل نتيجة لذلك ايونات النحاس (II) الى راسب اوكسيد النحاس (I) الاحمر والذي يستدل منه على وجود مجموعة الالديهايد بينما الكيتونات لاتتفاعل مع الكاشف .





ملاحظة:

1) كاشف تولن: الالديهايد يتأكسد ، الفضة تُختزل .

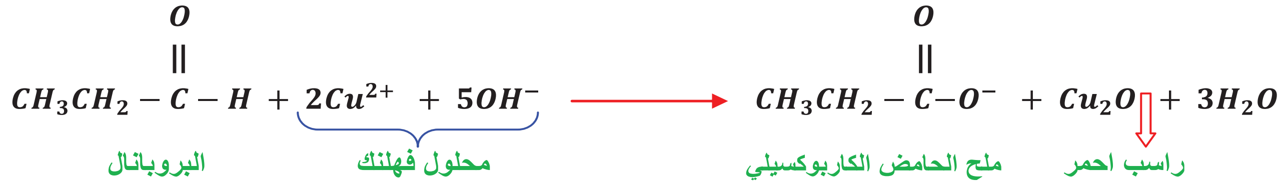
2) محلول فهلنك: الالديهايد يتأكسد ، النحاس يُختزل .



تمرين 7-20 كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون بأستخدام: (2013 د 1) (2014 د 1) (2016 /تمهيدي)
1) محلول فهلنك . (2017 د 1- موصل - كيف تميز بين الايثانال والبروبانون)
2) كاشف تولن . (2017 د 1- موصل) (2016 /د1- خ ق) (2017 د 2- خ ق)
(2018 /د2) (2018 د 1 خ ق- البيوتانال و2- بيوتانون)
(2018 د 2- خ ق) (2019 د 2) (2019 /د1- خ ق)

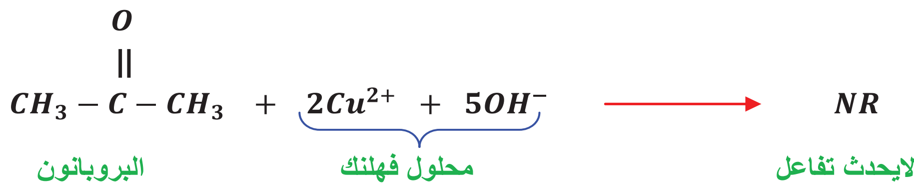
الحل:

1) محلول فهلنك:



$$CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \underbrace{2Cu^{2+} + 5OH^-}_{\text{محلول فهلنك}} \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + Cu_2O\downarrow + 3H_2O$$

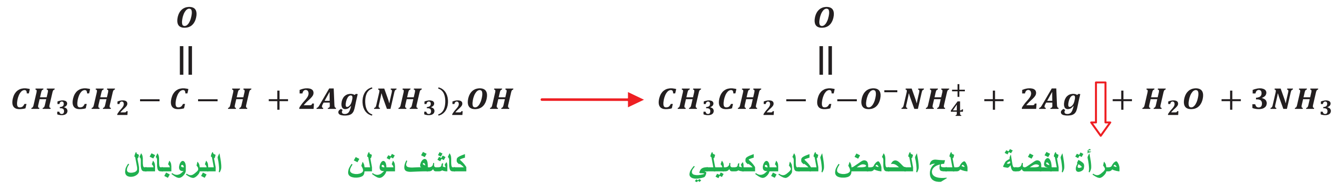
البروبانال — محلول فهلنك — ملح الحامض الكاربوكسيلي — راسب احمر



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + \underbrace{2Cu^{2+} + 5OH^-}_{\text{محلول فهلنك}} \longrightarrow NR$$

البروبانون — محلول فهلنك — لايحدث تفاعل

2) كاشف تولن:



$$CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-NH_4^+ + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

البروبانال — كاشف تولن — ملح الحامض الكاربوكسيلي — مرآة الفضة



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البروبانون — كاشف تولن — لايحدث تفاعل

الحوامض الكاربوكسيلية *Carboxylic acid* :





صيغتها العامة: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

قانونها العام: $C_nH_{2n}O_2$

المجموعة الوظيفية: $(-COOH)$ او $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH)$ مجموعة الكاربوكسيل

وهي مكونة من مجموعتين فعالة وهي:

الهيدروكسيل $-OH$ و الكاربونيل $-\overset{|}{C}=O$

التسمية:

1) نختار اطول سلسلة كاربونية تحتوي على مجموعة الكاربوكسيل $(-COOH)$ وتعطى اسم الالكان المقابل .

2) عند وجود التفرعات نرقم من طرف الكاربوكسيل بحيث تعطى ذرة كاربون الكاربوكسيل دائماً رقم (1) .

3) تسمى المعوضات (الفروع ان وجدت) حسب الترتيب الابجدي علماً تسمى الهالوجينات ثم مجاميع الالكيل .

4) نذكر كلمة حامض ثم رقم التفرع واسمه ثم اسم الالكان ويضاف له المقطع (ويك) ، وكما في الملخص الاتي:

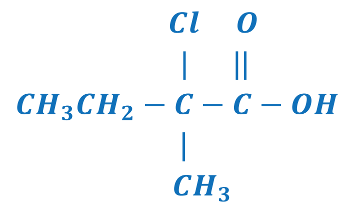
حامض + رقم الكاربون المتصل بالفرع (ان وجد) + اسم الفرع + الكانـويك

امثلة:

1) $HCOOH$ حامض الميثانويك (الفورميك)	2) $CH_3-CH(Br)-COOH$ (ترقيم: 3، 2، 1) حامض -2- برومو بروبانويك
3) CH_3-COOH حامض الايثانويك (الخليك)	4) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-COOH$ (ترقيم: 6، 5، 4، 3، 2، 1) حامض 3 ، 4- ثنائي مثيل هكسانويك

تمرين 7-21

1) اكتب الاسم النظامي :

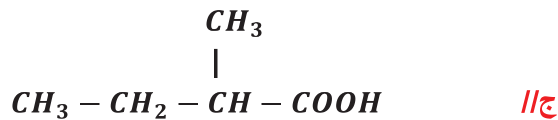


$CH_3CH_2-C(Cl)(CH_3)-C(=O)-OH$

ج// حامض 2- كلورو -2- مثيل بيوتانويك

2) ارسم الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية:

أ) حامض 2- مثيل بيوتانويك

ج// 

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-COOH$

ب) حامض 3- كلورو بروبانويك

ج// 

$CH_2(Cl)-CH_2-COOH$



تحضير الحوامض الكاربوكسيلية: تحضر بعدة طرق منها:

1) من اكسدة الكحولات الاولية اكسدة تامة (راجع تفاعلات الكحولات ، التفاعل 5) .

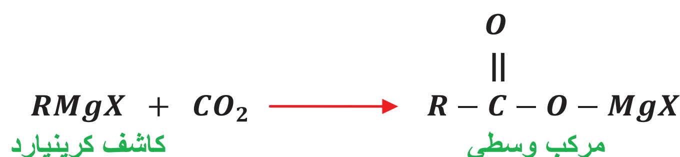
2) اكسدة الالديهايدات (راجع تفاعلات الالديهايدات ، التفاعل 4) .

3) من كاشف كرينيارد (راجع تفاعلات هاليدات الالكيل ، التفاعل 3) ، وتتم الطريقة بثلاث خطوات:

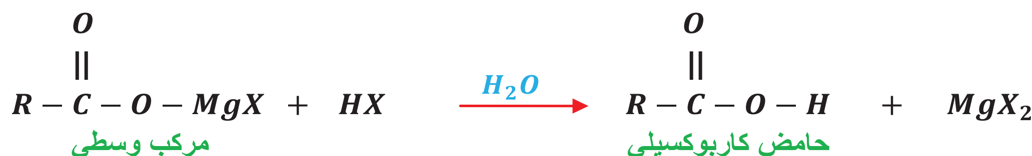
1) تحضير كاشف كرينيارد من تفاعل هاليد الالكيل مع فلز المغنيسيوم بوجود الايثر الجاف:



2) مفاعلة كاشف كرينيارد مع غاز CO_2 لتكوين المركب الوسطي:



3) التحلل المائي للمركب الوسطي في وسط حامضي ، حيث نحصل على حامض كاربوكسيلي يزيد بذرة كاربون واحدة عن الهاليد:



تمرين 7-22

حضر حامض البروبانويك من:

1) بروميد الاثيل (3 د/ 2016) (2017 د/ 1- من كلوريد الاثيل) (2018 /تمهيدي) (2018 د/ 2- خ ق)

2) البروبانال

الحل:

1) بما ان الحامض له ثلاث ذرات كاربون والهاليد له ذرتين ، لذلك فالطريقة هي من كاشف كرينيارد:

1) $CH_3CH_2-Br \; + \; Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgBr$

بروموايثان — كاشف كرينيارد

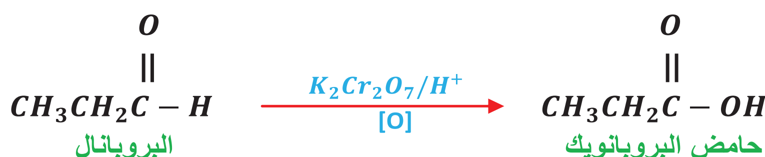
2) $CH_3CH_2-MgBr + \; CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgBr$

مركب وسطي

3) $CH_3CH_2COO-MgBr \; + \; HBr \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH \; + \; MgBr_2$

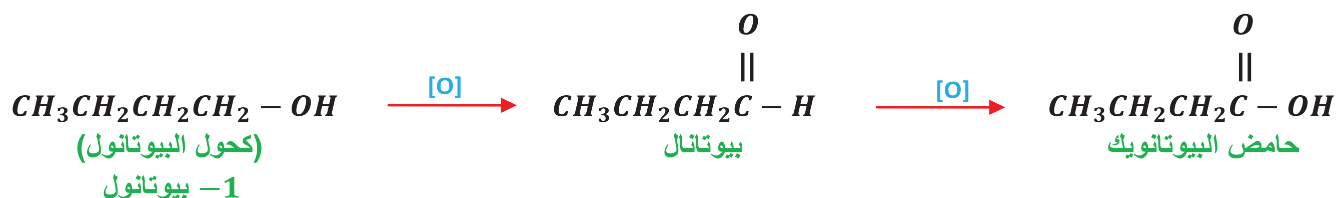
حامض البروبانويك

2) يحضر حامض البروبانويك من اكسدة البروبانال ، وذلك لان عدد ذرات الكاربون متساوي لكل منهما:



تمرين 7-25 حضر حامض البيوتانويك من كحول البيوتانول ؟ (2017/ د2- موصل- من بروميد البروبيل)

الحل: بما ان عدد ذرات الكاربون متساوية لكل من الحامض والكحول لذا فالطريقة هي بالاكسدة التامة للكحول:



$$CH_3CH_2CH_2CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{||}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH$$

(كحول البيوتانول) 1− بيوتانول ← بيوتانال ← حامض البيوتانويك

مثال 7-8

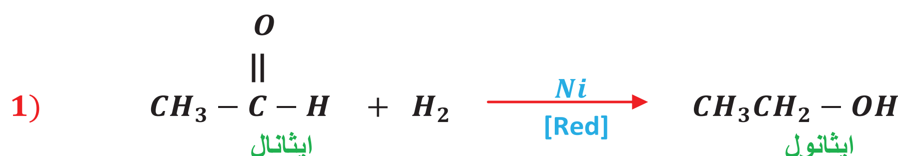
مبتدأ بالايثانال حضر حامض البروبانويك ؟

بما ان عدد ذرات الكاربون غير متساوي حيث الحامض يزيد على الايثانال بذرة كاربون واحدة ، لذلك نستخدم طريقة كاشف كرينيارد حيث نحول الالديهايد الى كحول ثم الكحول الى هاليد ثم خطوات كرينيارد الثلاثة اي يكون بخمس خطوات وكالاتي:

الملخص:



1)



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-H + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3CH_2-OH$$

ايثانال ← ايثانول

2)



$$3CH_3CH_2-OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3CH_3CH_2-Cl + H_3PO_4$$

ايثانول ← كلورو ايثان

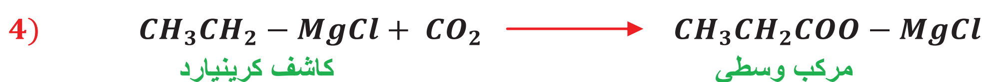
3)



$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$

كلورو ايثان ← كاشف كرينيارد

4)



$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$

كاشف كرينيارد ← مركب وسطي

5)



$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

مركب وسطي ← حامض البروبانويك



تمرين 7-24 مبتدأ بالبروبانال حضر حامض البيوتانويك ؟

الحل: الحل بنفس الخطوات للمثال السابق:

1) $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-H + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3CH_2CH_2-OH$

بروبانال → بروبانول

2) $3CH_3CH_2CH_2-OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3CH_3CH_2CH_2-Cl + H_3PO_4$

بروبانول → كلورو بروبان

3) $CH_3CH_2CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2CH_2-MgCl$

كلورو بروبان → كاشف كرينيارد

4) $CH_3CH_2CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COO-MgCl$

كاشف كرينيارد → مركب وسطي

5) $CH_3CH_2CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2CH_2COOH + MgCl_2$

مركب وسطي → حامض البيوتانويك

مثال 7-9 مبتدئاً من بكلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك (2013 / د2) (2016 /د1- خ ق) (2017 /د 1)

الحل:

1) $CH_3CH_2-Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgCl$

2) $CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$

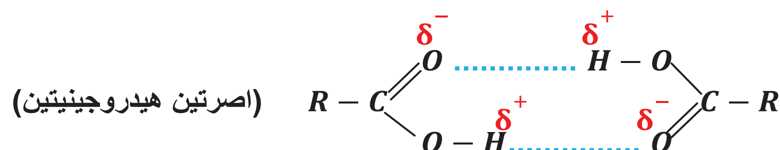
3) $CH_3CH_2COO-MgCl + HBr \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$

الخواص الفيزيائية للحوامض الكاربوكسيلية:

1) الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الواطئة (اقل من C_{10}) سوائل ذات رائحة غير مقبولة .

2) تزداد درجة غليانها بزيادة كتلها المولية .

3) درجة غليان الحوامض الكاربوكسيلية اعلى من درجة غليان الكحولات المقابلة ، علل ذلك ؟ وذلك بسب تكوين اصرتين هيدروجينيتين بين كل جزيئتين من جزيئات الحامض بسبب الصفة القطبية الكبيرة لجزيئات مجموعتي الكاربوكسيل في جزيئة الحامض والتي تفوق تلك المناظرة لها في الكحولات:



4) الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الصغيرة جيدة الذوبان في الماء ، علل ذلك ؟ وذلك لتكوينها الاواصر الهيدروجينية مع الماء ، امـــا الحوامض ذوات الكتل المولية الكبيرة فلا تذوب في الماء .

الخواص الكيميائية:

1) حامضية الحوامض الكاربوكسيلية:

تكتسب الحوامض الكاربوكسيلية صفة حامضية ، علل ذلك ؟
وذلك لقابليتها على فقدان بروتون مجموعة الكاربوكسيل مما يمكنها على التفاعل مع بسهولة مع القواعد لتكوين ملح وماء .



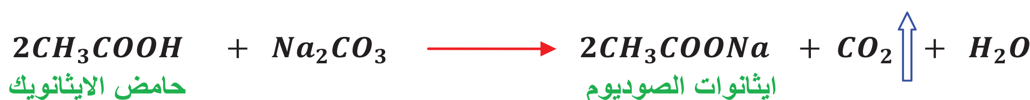
$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

حامض الايثانويك (الخليك) ← ملح الحامض (ايثانوات الصوديوم)

---

2) تفاعل الحوامض مع الكاربونات والبيكاربونات:

حيث تتفاعل الحوامض مع الكاربونات والبيكاربونات محررة غاز CO_2 . (د1/ 2019 - خ ق- اكتب تفاعل)



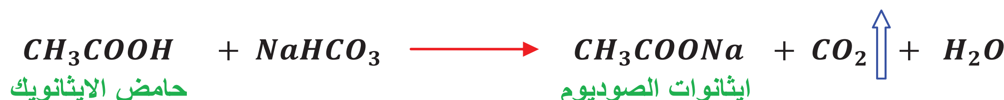
$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

حامض الايثانويك ← ايثانوات الصوديوم

تمرين 7-23

اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$. (تمهيدي/ 2016)

الحل:



$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

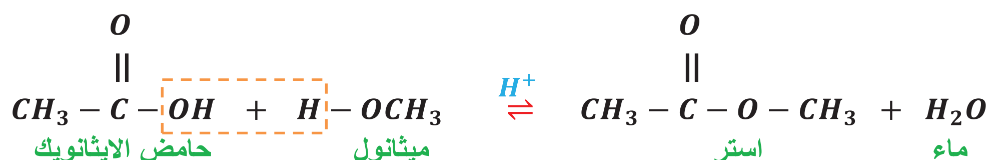
حامض الايثانويك ← ايثانوات الصوديوم

ملاحظة: يستخدم التفاعل اعلاه للكشف عن الحوامض الكاربوكسيلية من خلال تحرر غاز CO_2 (بشكل فقاعات في الاناء) .

---

3) تفاعل الحوامض مع الكحولات (الاسترة): (يستخدم في تحضير الاسترات)

وهو تفاعل الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول مع الكحول بوجود حامض لاعضوي كعامل مساعد مثل HCl او H_2SO_4 لتكوين الاستر المقابل والماء وهو تفاعل انعكاسي:



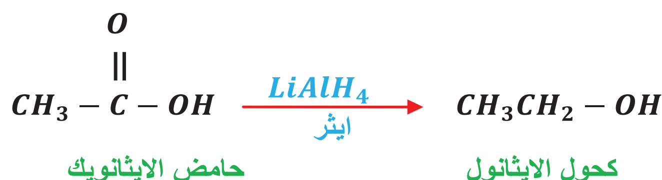
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H-OCH_3 \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3 + H_2O$$

حامض الايثانويك + ميثانول ⇌ استر + ماء

---

4) اختزال الحوامض الكاربوكسيلية:

يمكن اختزال الحوامض الكاربوكسيلية بعوامل مختزلة منها هدريد ليثيوم الالمنيوم $LiAlH_4$ لتعطي الكحولات الاولية ، لكنها لاتختزل بأستخدام H_2/Ni ، كما في المثال الاتي:



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow[\text{ايثر}]{LiAlH_4} CH_3CH_2-OH$$

حامض الايثانويك ← كحول الايثانول



انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر



الاسترات:

وهي مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية تشترك معها بوجود الجزء $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ ولكن يكمن الاختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الاوكسجين ففي الاستر تكون $R^{\backslash}$ ، اما في الحوامض فتكون ذرة هيدروجين .

صيغتها العامة: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR^{\backslash}$ حيث $R=R^{\backslash}$ او $R\neq R^{\backslash}$ كما يمكن ان تكون R ذرة H خلافاً لـ مجموعة $R^{\backslash}$.

قانونها العام: $C_nH_{2n}O_2$


انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

المجموعة الوظيفية: $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-)$

تسمية الاسترات:

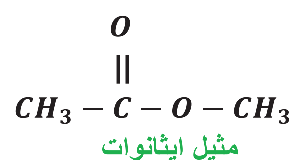
تسمى الاسترات بتقسيم جزيئة الاستر $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR^{\backslash}$ الى قسمين احدهما مشتق من الحامض $R-COO$ ، والاخر مشتق من الكحول $-R^{\backslash}$ وكالاتي:

1) نسمي اولاً جزء الكحول $(R^{\backslash})$ بأعطاء اسم الالكيل المقابل .

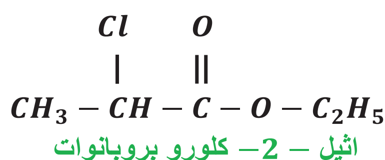
2) نسمي جزء الحامض بعد اضافة المقطع (ات) الى الالكان المقابل وتسمية الفروع ان وجدت بترقيم ذرة كاربون الكاربونيل برقم (1) ، وكما هو في المخطط الاتي:

اسم الالكيل في الشق الكحولي $(R^{\backslash})$	+	رقم الفرع واسمه في الشق الحامضي (ان وجد)	+	الكانوات في الشق الحامضي

مثال:



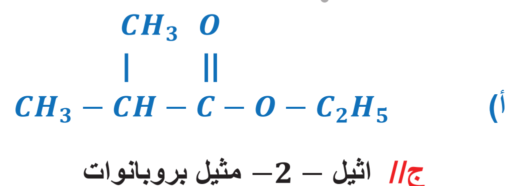
مثيل ايثانوات



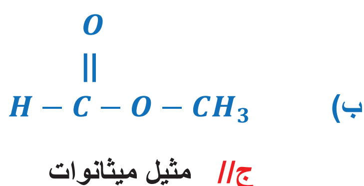
اثيل – 2– كلورو بروبانوات

تمرين 7-26

1) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي:

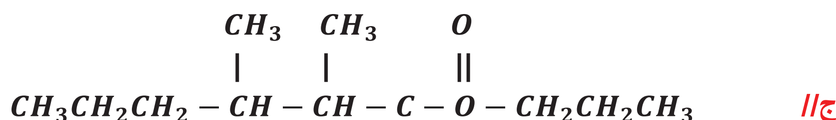
أ) 

ج// اثيل – 2– مثيل بروبانوات

ب) 

ج// مثيل ميثانوات

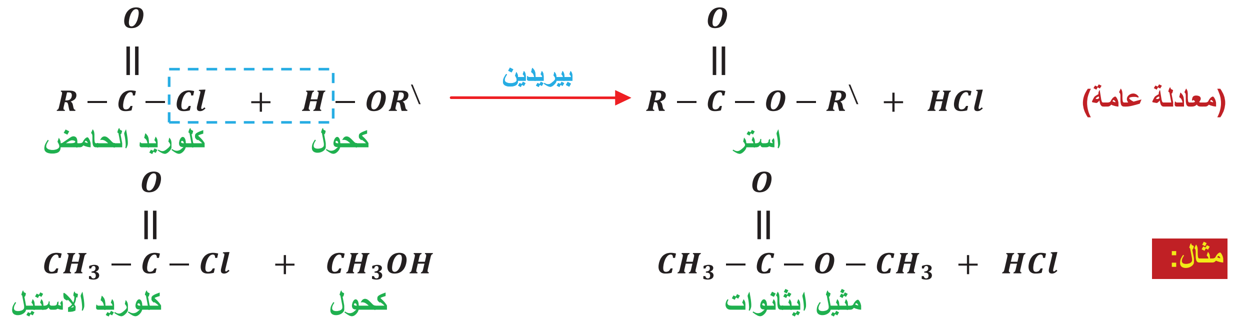
2) بروبيل – 2 ، 3– ثنائي مثيل هكسانوات:

ج// 

تحضير الاسترات:

1) تفاعل الحامض العضوي (الكاربوكسيلي) مع الكحول لتكوين الاستر (راجع تفاعل الاسترة في تفاعلات الحوامض العضوية)

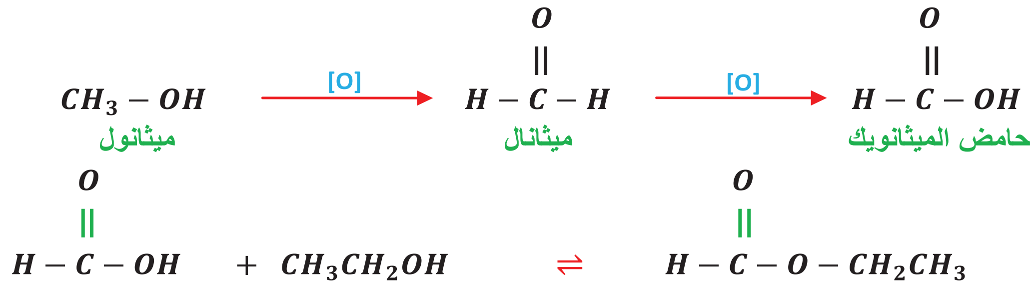
2) تفاعل كلوريد الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول بوجود البيردين (المستخدم لازالة حامض HCl المتكون) ، كما في المثال الاتي:



تمرين 7-27

1) مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات: (2014 د/ 3) (2014 د/ 3) (2016 /تمهيدي)

الحل: اكسدة كحول الميثانول اكسدة تامة ليعطي حامض الميثانويك ، ثم مفاعلة الحامض مع كحول الايثانول لينتج الاستر:



$$H - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons H - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - O - CH_2CH_3$$

2) مبتدئاً بالايثانول حضر مثيل بروبانوات:

الحل: نحول الكحول الى هاليد ثم بطريقة كرينيارد ينتج حامض البروبانويك ثم مفاعلة الاخير مع كحول الميثانول ليعطي الاستر:

1) $$3CH_3CH_2 - OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3CH_3CH_2 - Cl + H_3PO_4$$
ايثانول — كلورو ايثان

2) $$CH_3CH_2 - Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2 - MgCl$$
كلورو ايثان — كاشف كرينيارد

3) $$CH_3CH_2 - MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO - MgCl$$
كاشف كرينيارد — مركب وسطي

4) $$CH_3CH_2COO - MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$
مركب وسطي — حامض البروبانويك

5) $$CH_3CH_2 - COOH + CH_3 - OH \rightleftharpoons CH_3CH_2COOCH_3 + H_2O$$
حامض البروبانويك — ميثانول — مثيل بروبانوات

3) مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات: (2015 /تمهيدي) (2017 د/ 2) (2018 د/ 2)

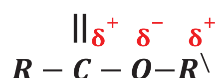
الحل:



الخواص الفيزيائية للاسترات:

1) تظهر الاسترات صفة قطبية في جزيئاتها الا ان تأثيرها يقل بأزدياد الجزء الهيدروكاربوني R ، $R^{\backslash}$ غير القطبي:

O^{δ^-}



2) درجة غليانها اقل من درجة غليان الحوامض المقابلة لها ، علل ذلك ؟
لانه لا يمكنها ان تكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها كما في الحوامض او الكحولات .

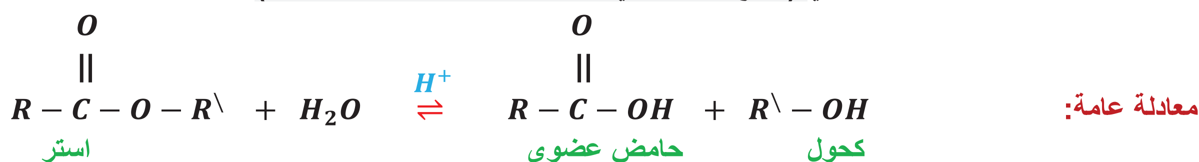
3) لا تذوب في الماء علل ذلك ؟ لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء ، ولكنها تذوب في اغلب المذيبات العضوية .

4) تستخدم الاسترات كمذيبات عضوية جيدة لمواد عضوية كثيرة .

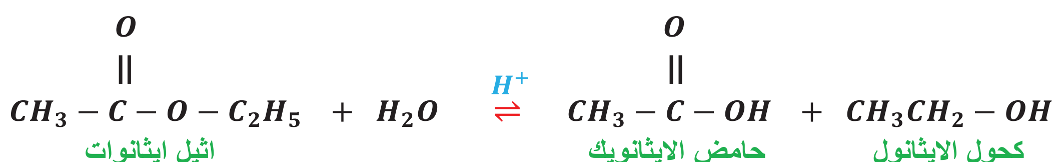
الخواص الكيميائية:

1) التحلل المائي للاستر في محيط حامضي:
حيث يتفاعل الاستر مع الماء بوجود عامل مساعد مثل HCl او H_2SO_4 ليعطي الحامض الكاربوكسيلي والكحول وهو عكس تفاعل تحضير الاستر وهو تفاعل انعكاسي (راجع الاسترة في تفاعلات الحوامض الكاربوكسيلية):

معادلة عامة:



مثال:



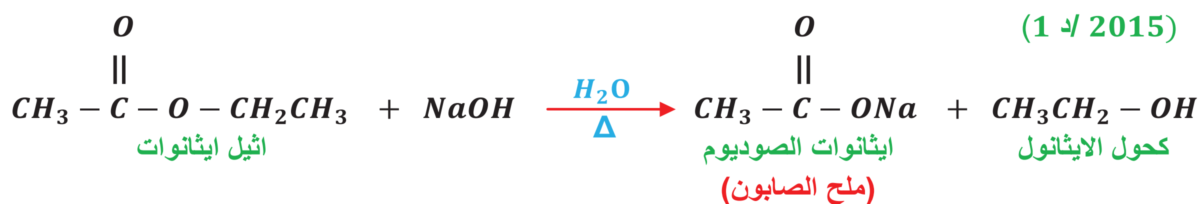
(1 د/ 2018) (اثيل بروبانوات- ق خ -1د/ 2016 (تمهيدي/ 2018) (3د/ 2017) (1 د/ 2015)

---

2) التحلل المائي للاستر في محيط قاعدي:
اي تفاعل الاستر مع القواعد مثال $NaOH$ بوجود الماء لينتج ملح الحامض الكاربوكسيلي والكحول ، وهو تفاعل غير انعكاسي .

(1 د/ 2015)

مثال:



تفاعل الصوبنة: وهو عملية التحلل المائي للاستر في محيط قاعدي مثل $NaOH$ لينتج ملح الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول والذي يستخدم في تحضير الصابون .

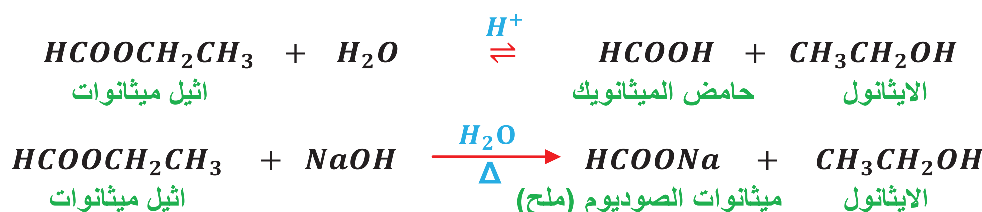
س/ ماهي اهمية تفاعل التحلل المائي للاستر في وسط قاعدي ؟
ج/ يستخدم في تحضير الصابون .

س/ اكتسب تفاعل التحلل المائي للاستر في وسط قاعدي شهرة كبيرة ، علل ذلك ؟
ج/ لانه يستخدم في تحضير الصابون ، وكذلك يستخدم للكشف عن الاسترات .

س/ اذكر ثلاث فروقات بين التفاعلين اعلاه ؟

تمرين 7-28 اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي . (2013 /- تمهيدي) (2013 /د 1) (2014 /د 2 – اثيل ايثانوات) (2016 /د 1) (2016 /د 3 – مثيل ايثانوات) (2017 /د 1) (2017 /د 3) (2018 /د 2- خ ق- بروبيل ايثانوات) (2019 /د 2)

الحل:



$$HCOOCH_2CH_3 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} HCOOH + CH_3CH_2OH$$

اثيل ميثانوات — حامض الميثانويك — الايثانول

$$HCOOCH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} HCOONa + CH_3CH_2OH$$

اثيل ميثانوات — ميثانوات الصوديوم (ملح) — الايثانول

الامينات:

وهي مركبات عضوية تعتبر من مشتقات الامونيا حيث تحل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا .

صيغتها العامة: $R-NH_2$

قانونها العام: $C_nH_{2n+3}N$

انقر الباركود لفهم الموضوع اكثر

اصناف الامينات:

1) الامينات الاولية: حيث تستبدل ذرة هيدروجين واحدة بمجموعة الكيل R $(R-NH_2)$.

2) الامينات الثانوية: حيث تستبدل ذرتي هيدروجين بمجموعتي الكيل (R_2-NH) .

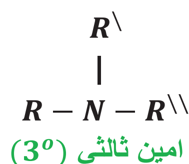
3) الامينات الثالثية: حيث تستبدل ثلاث ذرات هيدروجين بثلاث مجاميع الكيل (R_3-N) .



امين اولي (1^o)

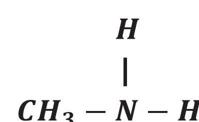


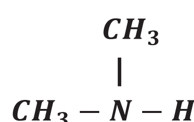
امين ثانوي (2^o)

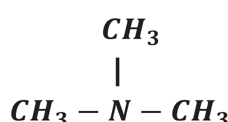


امين ثالثي (3^o)

مثال:



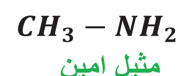




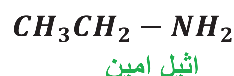
تسمية الامينات:

اولاً/ التسمية الشائعة: (ولها ثلاث حالات) القاعدة: الكيل امين اي الالكيل فرع والامين الام

1) اذا كانت مجموعة الكيل واحدة ، نذكر اسم المجموعة ثم كلمة امين:



CH_3-NH_2 مثيل امين

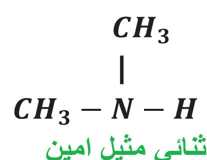


$CH_3CH_2-NH_2$ اثيل امين

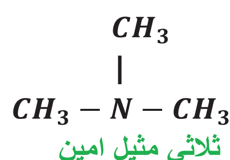


$CH_3CH_2CH_2-NH_2$ ن – بروبيل امين

2) اذا كانت مجموعتين او ثلاث مجاميع الكيل متشابهة (مرتبطة بذرة N) ، فتضاف كلمة ثنائي او ثلاثي واسم المجموعة ثم كلمة امين:



ثنائي مثيل امين

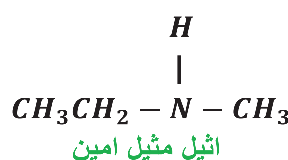


ثلاثي مثيل امين



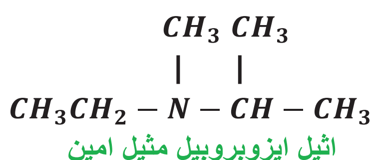
3) اذا كانت مجموعتين او ثلاث مجاميع الكيل مختلفة ، فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية وكالاتي:

اثيل $(Eethyl)$ ثم ايزوبروبيل $(Isopropyl)$ ثم مثيل $(Methyl)$ ثم بروبيل $(Propyl)$.



$$CH_3CH_2-\overset{\overset{\large H}{|}}{N}-CH_3$$

اثيل مثيل امين



$$CH_3CH_2-\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{N}-\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

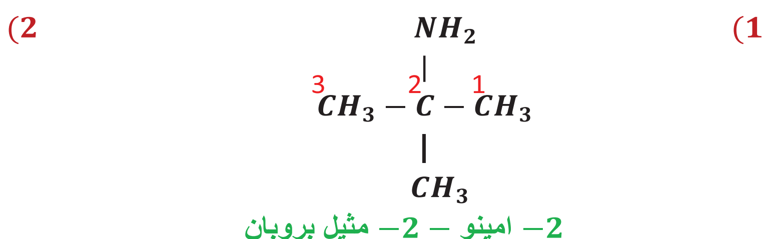
اثيل ايزوبروبيل مثيل امين

ثانياً/ التسمية النظامية: (تخص الامينات الاولية فقط) القاعدة: امينو الام اي الامين فرع والمتبقي الام

1) نرقم السلسلة الكاربونية التي تحوي على ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة الامين NH_2 والتي تأخذ اقل رقم وتعامل مجموعة الامين على انها مجموعة معوضة (اي فرع) .

2) تتبع نفس الخطوات المذكورة سابقاً في قواعد التسمية ، كما في الامثلة ادناه:

1)



$$\overset{3}{C}H_3-\overset{\overset{\large NH_2}{|}}{\underset{\underset{\large CH_3}{|}}{\overset{2}{C}}}-\overset{1}{C}H_3$$

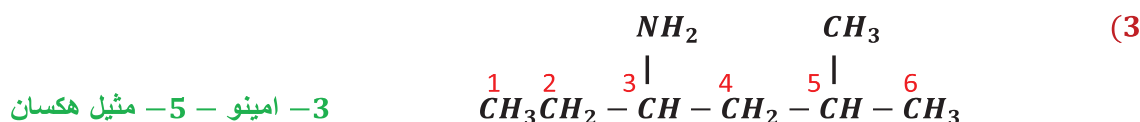
2- امينو - 2- مثيل بروبان

2)

$$\overset{3}{C}H_3-\overset{\overset{\large NH_2}{|}}{\overset{2}{C}H}-\overset{1}{C}OOH$$

حامض 2- امينو البروبانويك

3)



$$\overset{1}{C}H_3\overset{2}{C}H_2-\overset{\overset{\large NH_2}{|}}{\overset{3}{C}H}-\overset{4}{C}H_2-\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{\overset{5}{C}H}-\overset{6}{C}H_3$$

3- امينو - 5- مثيل هكسان

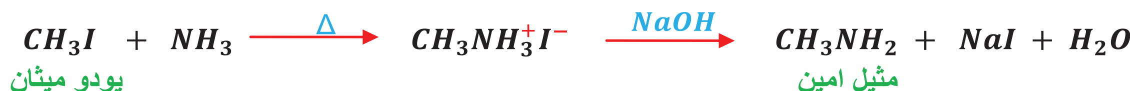
.

تحضير الامينات: وتحضر بطريقتين

1) تفاعل الامونيا مع هاليدات الالكيل:

ويتم التفاعل في خطوتين ، وذلك بتسخين هاليد الالكيل مع محلول الامونيا الكحولي اولاً ، ثم تفاعل المادة الناتجة مع هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ليتكون الامين .

مثال: (2015 / د 1) (2016 / د 2)

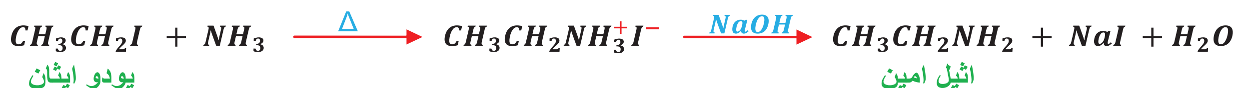


$$CH_3I + NH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_3NH_3^+I^- \xrightarrow{NaOH} CH_3NH_2 + NaI + H_2O$$

يودو ميثان ... مثيل امين

تمرين 7-29 حضر اثيل امين من هاليد الكيل مناسب: (2013 / د 2 – من كلوريد الاثيل) (2019 / ت – من كلورو ايثان)

الحل:



$$CH_3CH_2I + NH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2NH_3^+I^- \xrightarrow{NaOH} CH_3CH_2NH_2 + NaI + H_2O$$

يودو ايثان ... اثيل امين

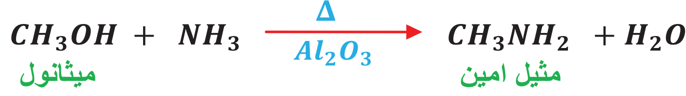
س/ طريقة تحضير الامينات من هاليدات الالكيل غير ناجحة مختبرياً ، علل ذلك ؟

ج/ وذلك لان الناتج عبارة عن مزيج من عدة امينات اولية وثانوية وثالثية وحيث يصعب فصلها عن بعضها البعض .

2) تفاعل الكحولات الامونيا:

يمكن تحضير الامينات الاولية بأمرار بخار الكحول مع الامونيا على الالومينا الساخنة Al_2O_3 عند درجة حرارة $400\ C^o$ ، والتفاعل يتم في خطوة واحدة .

مثال:



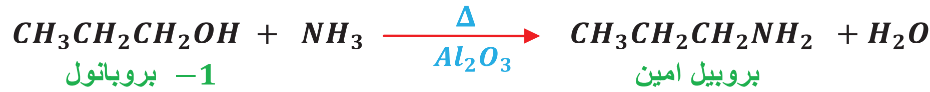
$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3NH_2 + H_2O$$

ميثانول   مثيل امين

(3 د/ 2016) (حضر مثيل امين من كحول مناسب – 3 د/ 2013)

تمرين 7-30 حضر بروبيل امين بأستخدام كحول مناسب ؟ (3 د/ 2016)

الحل:



$$CH_3CH_2CH_2OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3CH_2CH_2NH_2 + H_2O$$

1– بروبانول   بروبيل امين

س/ طريقة تحضير الامينات من الكحولات ناجحة مختبرياً ، علل ذلك ؟

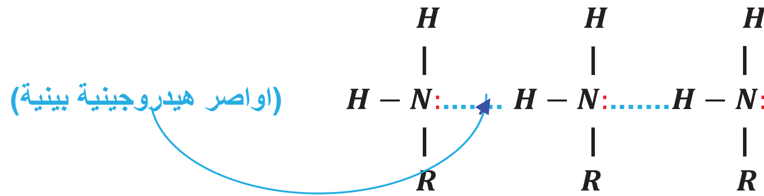
ج/ ولكن عند استخدام زيادة كبيرة من الامونيا يمكن الحصول على الامين الاولي فقط .

الخواص الفيزيائية للامينات:

1) تمتلك الامينات ذات الكتل المولية الواطئة رائحة مشابهة لرائحة الامونيا (اي ذات رائحة كريهة تشبه رائحة السمك الميت) .

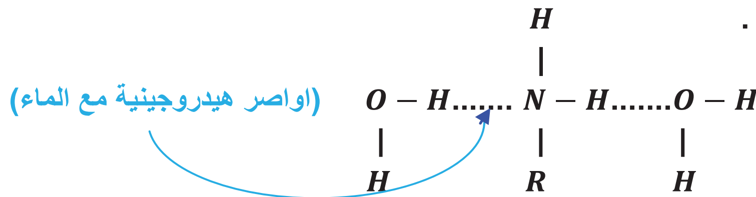
2) تكون غازات او سوائل .

3) لها درجات غليان عالية ، علل ذلك ؟ بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بينية لانها مركبات قطبية .



4) قابلة للذوبان في الماء ، علل ذلك ؟

بسبب قابليتهاعلى تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء .



الخواص الكيميائية:

1) تعتبر الامينات قواعد (اي تتفاعل مع الحوامض):

بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك (زوج حر) لذرة النتروجين (والموجود اصلاً في الامونيا NH_3 :) والذي يكون اصرة جديدة مع البروتون او مع حوامض لويس ، علل ذلك ؟ (3 د/ 2017) (خارج القطر/ 2013)



$$R-NH_2 + HCl \longrightarrow R-NH_3^+Cl^-$$

امين   ملح الامين

وممكن ان يرجع الملح الى اصله (اي يعطي الامين) عند مفاعلته مع قاعدة قوية مثل $NaOH$:



$$R-NH_3^+Cl^- + NaOH \longrightarrow R-NH_2 + NaCl + H_2O$$

ملح الامين   الامين

ملاحظة: راجع الفصل الثالث موضوع القواعد الضعيفة الاربعة (مثيل امين) .



2) تفاعل الامينات مع كلوريدات الحامض (الاسيلة) ، لتكوين مركبات عضوية تسمى الاميدات:



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + H-\overset{\overset{H}{|}}{N}-CH_3 \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{H}{|}}{N}-CH_3 + HCl$$

(لاحظ فصل الحياتية تكوين البروتين)

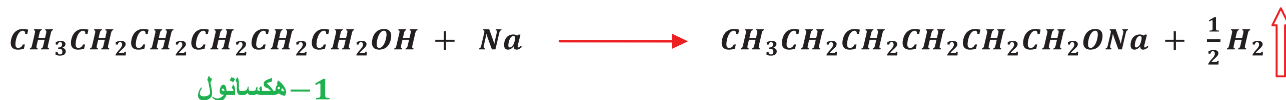
اسئلة الفصل السابع

1-7 نظم جدولاً يتضمن المعلومات حول كل من المركبات المبينة ادناه ومنها العائلة التي ينتمي اليها المركب ، اسم المركب ، المجموعة الوظيفية:

No	المركب	العائلة التي ينتمي اليها	اسم المركب	المجموعة الوظيفية
1	CH_3-CH_3	الالكانات	ايثان	لا توجد
2	CH_3CH_2Cl	هاليدات الالكيل	كلورو ايثان	$C-Cl$
3	CH_3CH_2OH	الكحولات	ايثانول	$-OH$
4	CH_3OCH_3	الايثرات	ميثوكسي ميثان	$-O-$
5	$CH\equiv CH$	الالكاينات	ايثاين (استيلين)	$C\equiv C$ الاصرة الثلاثية
6	$CH_2=CH_2$	الالكينات	اثيلين	$C=C$ الاصرة الثنائية
7	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	الحوامض الكاربوكسيلية	حامض الايثانويك (الخليك)	$-COOH$ مجموعة الكاربوكسيل
8	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_3$	الاسترات	مثيل ايثانوات	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$
9	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	الالديهايدات	ايثانال	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$
10	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$	الكيتونات	بروبانون (اسيتون)	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$
11	CH_3NH_2	الامينات	امينو ايثان اثيل امين	$-NH_2$

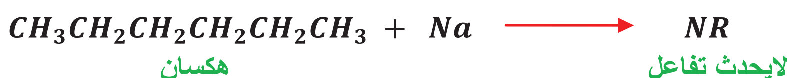
2-7 انبوبتا اختبار تحتويان على سائلين غير ملونين في احدهما 1 – هكسانول وفي الاخرى هكسان ، كيف تميز بين السائلين ؟

الحل: نضيف فلز الصوديوم لكلا الانبوبتين ، فالانبوبة التي يتحرر منها غاز الهيدروجين فهي تحتوي على الكحول امـــا الانبوبة الاخرى والتي لم يتحرر منها الغاز فتحتوي على الهكسان ، حيث الكحولات تتفاعل مع الصوديوم اما الالكانات فلا تتفاعل :



$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2ONa + \frac{1}{2}H_2 \uparrow$$

1 – هكسانول



$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 + Na \longrightarrow NR$$

هكسان لايحدث تفاعل

ملاحظة: ويمكن استخدام تفاعل الاكسدة للتمييز ايضاً ، حيث الكحول الاولي يتأكسد اما الهكسان فلا يتأكسد .

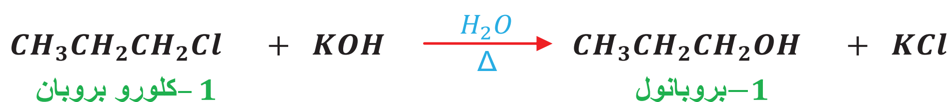
3-7 اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات التالية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة:

أ) 1 – بروبانول من 1 – كلورو بروبان ب) الايثانول من الايثين

ج) الايثانال من الايثانول د) ايثانوات الصوديوم من مثيل ايثانوات .

الحل:

أ) من التحلل المائي للهاليد بوسط مائي:



$$CH_3CH_2CH_2Cl + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3CH_2CH_2OH + KCl$$

1 – كلورو بروبان 1 – بروبانول

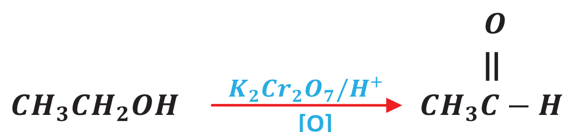
ب) من اضافة الماء الى الاثيلين ينتج الكحول:



$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

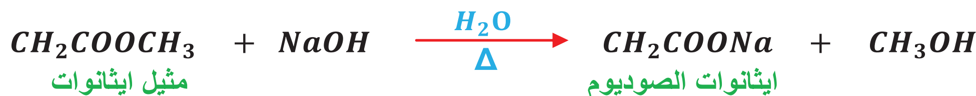
الاثيلين الايثانول

ج) بأكسدة الكحول اكسدة غير تامة:



$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$$

د) من التحلل المائي للاستر بوسط قاعدي:



$$CH_2COOCH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_2COONa + CH_3OH$$

مثيل ايثانوات ايثانوات الصوديوم

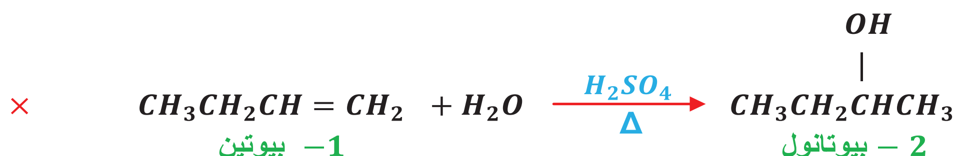
4-7 يتوافر كل من المركبين 1 – كلورو بيوتان و 1 – بيوتين ، ايهما تختار لتحضير 1 – بيوتانول ؟ **(ممكن علل ذلك ؟)**

الحل: نختار 1 – كلورو بيوتان وذلك بالتفاعل مع KOH المائي ، امـا 1 – بيوتين فيعطي 2 – بيوتانول عند اضافة الماء له وذلك حسب قاعدة ماركوفنيكوف:



$$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3CH_2CH_2CH_2OH + KCl \quad \surd$$

1 – كلورو بيوتان 1 – بيوتانول



$$CH_3CH_2CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH_2\underset{}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}HCH_3 \quad \times$$

1 – بيوتين 2 – بيوتانول



5-7 اعطِ اسماء المركبات العضوية التالية على وفق نظام ايوباك:

1) $CH_3(CH_2)_3C(=O)-OH$ ج// حامض البنتانويك

2) $CH_3CH_2-C(CH_3)_2-CH_2OH$ ج// 2 ، 2 – ثنائي مثيل – 1 – بيوتانول

3) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Br$ ج// 1 – برومو بنتان

4) $CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$ ج// 1 – امينو بيوتان

5) $CH_3(CH_2)_2C(=O)-OCH_3$ ج// مثيل بيوتانوات

6) $CH_3CH_2CH_2-C(=O)-CH_2CH_3$ ج// 3 – هكسانون

7) $CH_3(CH_2)_4C(=O)-H$ ج// هكسانال

8) $CH_3(CH_2)_3-C(=O)-CH_3$ ج// 2 – هكسانون

6-7 ما الصيغة البنائية للمركبات الاتية:

1) حامض 2 ، 3 – ثنائي مثيل الهكسانويك ج// $CH_3CH_2CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-COOH$

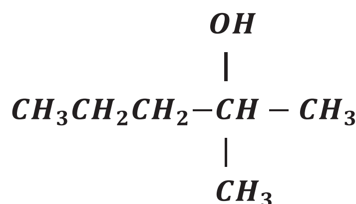
2) بيوتيل بيوتانوات ج// $CH_3CH_2CH_2COO-(CH_2)_3CH_3$

3) 3 – اثيل هبتانول ج// $CH_3CH_2CH_2CH_2CH(C_2H_5)CH_2CH_2OH$

4) 3 – مثيل – 4 – هبتانون ج// $CH_3CH_2CH(CH_3)-C(=O)-CH_2CH_2CH_3$

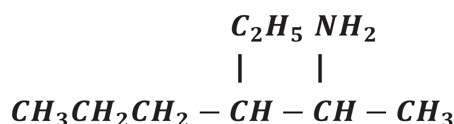
5) 2 – مثيل 2 – بنتانول

ج//



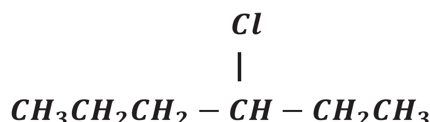
6) 2 – امينو 3 – اثيل هكسان

ج//



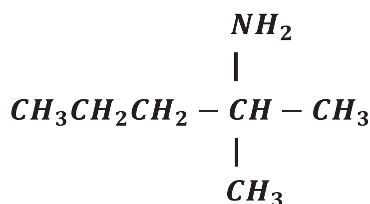
7) 3 – كلورو هكسان

ج//



8) 2 – امينو – 2 – مثيل بيوتان

ج//



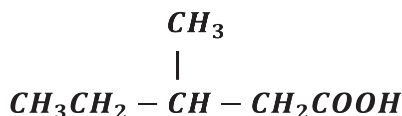
9) ثنائي بيوتيل ايثر (اسم غير نظامي)

ج//



10) حامض 3– مثيل بنتانويك

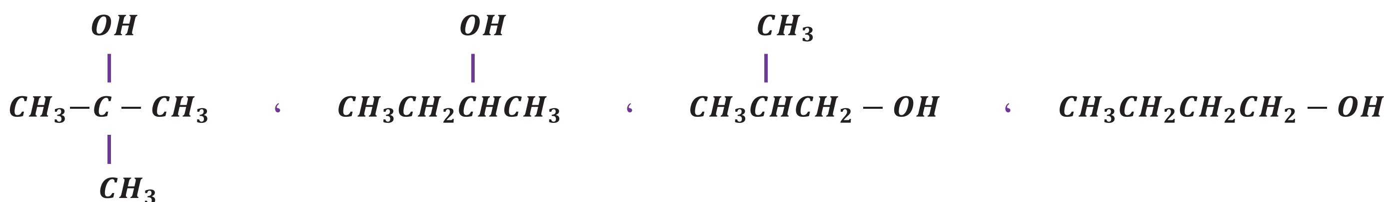
ج//



7-7 اكتب جميع الصيغ البنائية المحتملة لكل من المركبات الاتية مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها واكتب اسمائها حسب نظام ايوباك: C_4H_9OH ، C_4H_8O ، $C_4H_8O_2$.

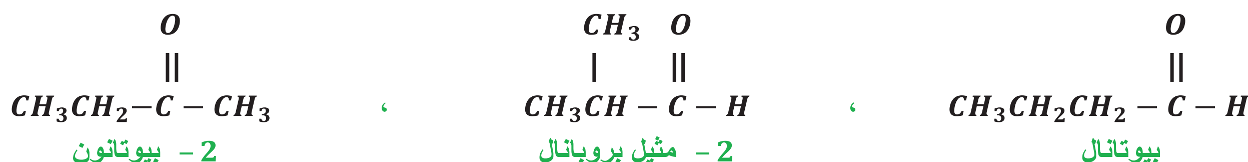
الحل:

1) C_4H_9OH : المركب كحول والمجموعة الوظيفية هي $-OH$



1 – بيوتانول ، 2 – مثيل 1 – بروبانول ، 2 – بيوتانول ، 2 – مثيل – 2 – بروبانول

2) C_4H_8O : المركب الديهايد او كيتون والمجموعة الوظيفية هي الكاربونيل $-C=O$ (2019 /د1)



بيوتانال ، 2 – مثيل بروبانال ، 2 – بيوتانون

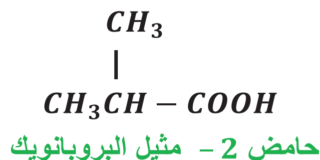


3) $C_4H_8O_2$: المركب حامض كاربوكسيلي او استر والمجموعة الفعالة هي $-COOH$

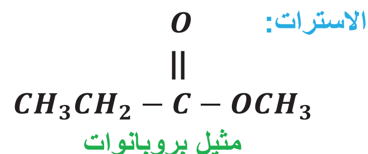
الحوامض:



،



الاسترات:



،



،



8-7 اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الاتية:

1) مبتدئاً بالميثانال حضر حامض الايثانويك .
2) مبتدئاً بالميثانال حضر الايثانول .
3) مبتدئاً ببروموبروبان حضر حامض البروبانويك .

الحل:

(1

1) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3-OH$
ميثانال ← ميثانول

2) $3CH_3-OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3CH_3-Cl + H_3PO_4$
ميثانول ← كلورو ميثان

3) $CH_3-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3-MgCl$
كلورو ميثان ← كاشف كرينيارد

4) $CH_3-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3COO-MgCl$
كاشف كرينيارد ← مركب وسطي

5) $CH_3COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + MgCl_2$
مركب وسطي ← حامض الايثانويك

(2

1) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3-OH$

2) $3CH_3-OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3-Cl + H_3PO_4$

3) $CH_3-Cl + Mg \longrightarrow CH_3-MgCl$

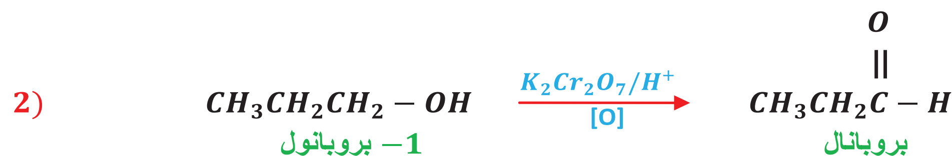
4) $CH_3-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3COO-MgCl$

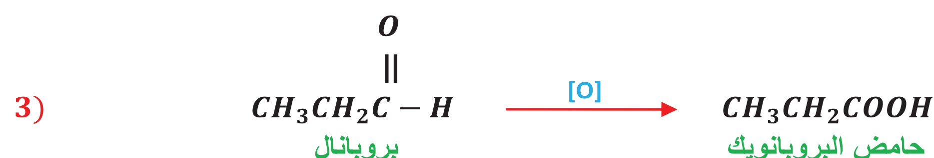
5) $CH_3COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + MgCl_2$

6) $CH_3COOH \xrightarrow[\text{ايثر}]{LiAlH_4} CH_3CH_2-OH$

3)

1) 

2) 

3) 

9-7

مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته المولية $60g/mol$ لايستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماماً اكتب الصيغة الجزيئية والتركيبية للمركب . ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والمجموعة الفعالة لكل ناتج .

الحل:

1) الصيغة الجزيئية: (2015 /تمهيدي) (2017 /د 2- موصل)

حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

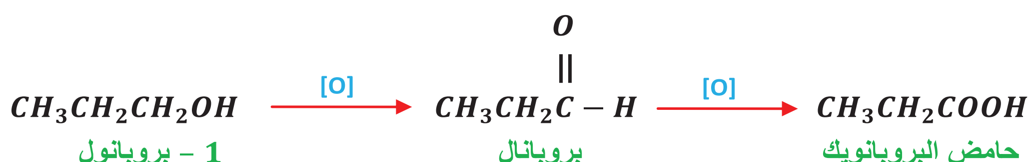
$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 60g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 60$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 60$$
$$14n = 42$$
$$n = 3$$

∴ الصيغة الجزيئة C_3H_8O ، وهي الصيغة الجزيئة للكحولات والايثرات ، ولكن بما ان المركب لايستجيب لكاشف لوكاس ويتأكسد تماماً لذلك فهو كحول اولي .

2) الصيغة التركيبية: $CH_3CH_2CH_2OH$

3) التفاعل:





4) القانون العام: $C_nH_{2n}O_2$ $C_nH_{2n+2}O$

المجموعة الفعالة: $-COOH$ $-CHO$

10-7

اختر الاجابة الصحيحة فيما يأتي:

1) عند تسخين الايثانول CH_3CH_2OH مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي:





2) المركب الناتج من اكسدة المركب 2 – بروبانول بأستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حامضي:
أ) بروبانال ب) بروبانون ج) 2 – بروبانول د) حامض البروبانويك

3) عند اختزال البروبانال بواسطة H_2 وبوجود Ni فأن المركب الناتج:
أ) حامض البروبانويك ب) 1 – بروبانول ج) 2 – بروبانول د) بروبانون

4) الغاز الناتج من تفاعل فلز الصوديوم مع كحول الايثانول:
أ) CO_2 ب) O_2 ج) CO د) H_2

5) عند اضافة ملغم (الزئبق – خارصين) الى الايثانال بوجود حامض HCl ينتج:
أ) كحول اولي ب) كحول ثانوي ج) كحول ثالثي د) الكان

6) الغاز الناتج من تفاعل حامض الايثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو:
أ) H_2 ب) CO_2 ج) O_2 د) CO

7) يستخدم كاشف لوكاس (اللامائي) $(HCl/ZnCl_2)$ للتمييز بين:
أ) الكحولات الاولية والثانوية والثالثية ب) الالديهايدات والكيتونات ج) الامينات الاولية والثانوية

8) عدد الصيغ البنائية المحتملة للمركب $C_3H_6Br_2$ هو:
أ) 2 ب) 3 ج) 4 د) 5

9) تتكون المرأة الفضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ لاحد المركبات التالية وهو ما يدعى كاشف تولن:
أ) كيتون ب) الديهايد ج) كحول ثالثي د) الكان

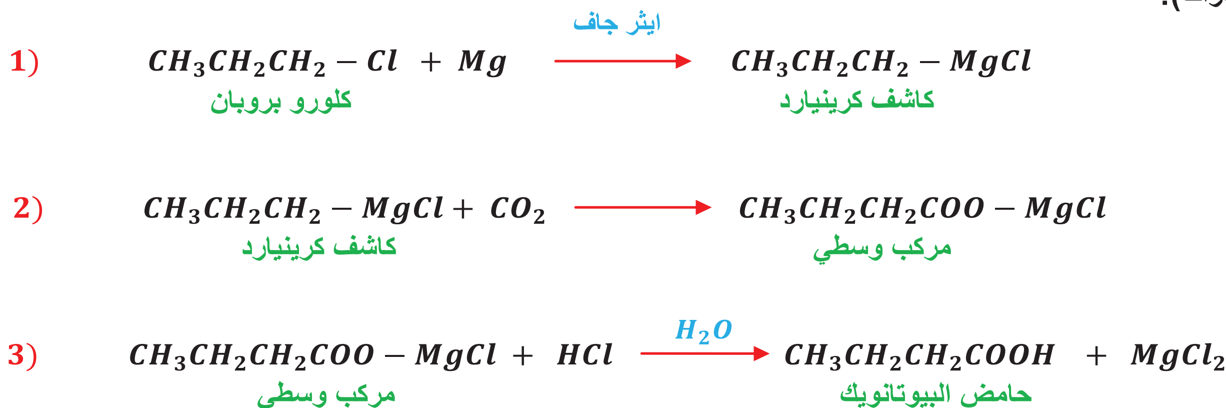
10) اي من المركبات التالية تتفاعل مع محلول فهلنك:
أ) $CH_3C(=O)-OCH_3$ ب) $CH_3C(=O)-H$ ج) $CH_3C(=O)-OH$ د) $CH_3-C(=O)-CH_3$

11) نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 – بروبانول يسمى تفاعل: (2014 /د 2 - خاص)
أ) تأكسد ب) حذف ج) اختزال د) استبدال

11-7 اكتب ممثلاً بالمعادلات تحضير حامض البيوتانويك بأستخدام كاشف كرينيارد وهاليد الكيل مناسب .

الحل: (2019 /د 2- مبتدا من كلوريد البروبيل حضر حامض البيوتانويك)

بما ان تحضير الحامض بطريقة كرينيارد ، لذا فالهاليد الذي يستخدم يجب ان يحتوي ثلاث ذرات لكي يعطي حامض البيوتانويك (اربعة ذرات):



1) $CH_3CH_2CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2CH_2-MgCl$

كلورو بروبان ← كاشف كرينيارد

2) $CH_3CH_2CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COO-MgCl$

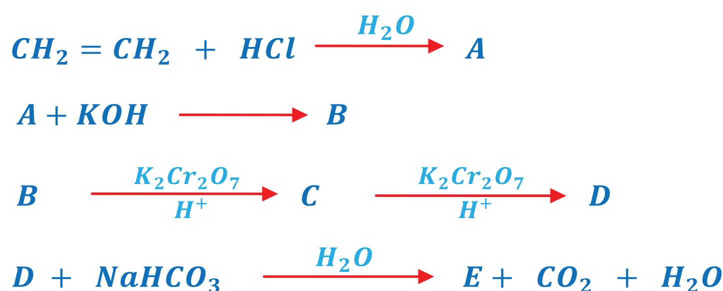
كاشف كرينيارد ← مركب وسطي

3) $CH_3CH_2CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2CH_2COOH + MgCl_2$

مركب وسطي ← حامض البيوتانويك

12-7 فيما يلي سلسلة من التفاعلات التي تبدأ بالايثين $CH_2=CH_2$ ، اكتب الصيغ البنائية لكل من النواتج العضوية بدءاً من A الى E:

الحل:



$$CH_2=CH_2 + HCl \xrightarrow{H_2O} A$$

$$A + KOH \longrightarrow B$$

$$B \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} C \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} D$$

$$D + NaHCO_3 \xrightarrow{H_2O} E + CO_2 + H_2O$$



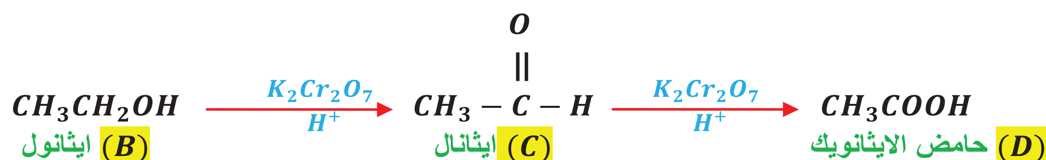
$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

(A) كلورو ايثان



$$CH_3CH_2Cl + KOH \longrightarrow CH_3CH_2OH + KCl$$

(A) كلورو ايثان ← (B) ايثانول



$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3COOH$$

(B) ايثانول ← (C) ايثانال ← (D) حامض الايثانويك



$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$$

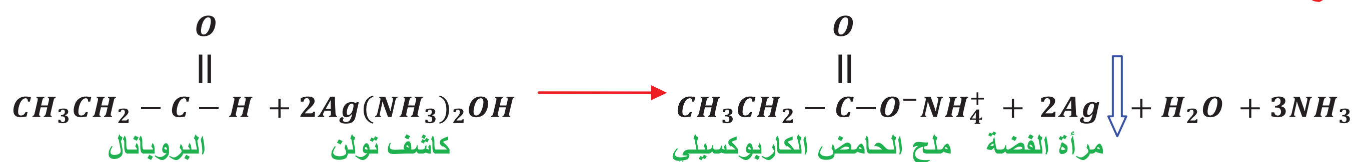
(D) حامض الايثانويك ← (E) ايثانوات الصوديوم

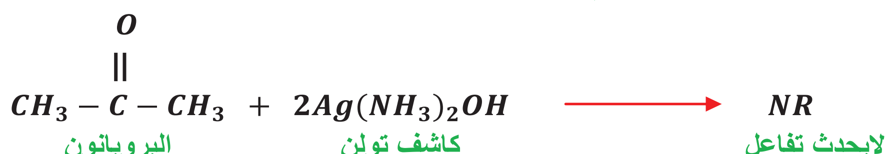


13-7 كيف تميز مختبرياً بين كل زوج من المركبات الاتية:

1) البروبانال والبروبانون

ج// بواسطة كاشف تولن او محلول فهلنك



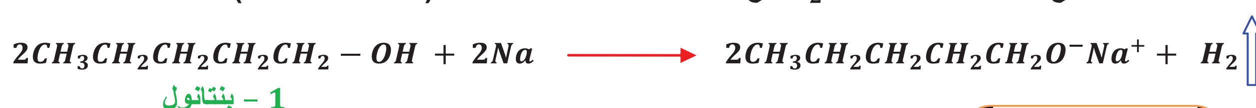


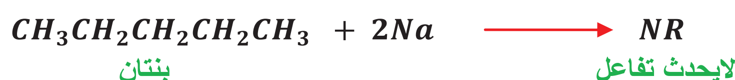
دليل حصول التفاعل من خلال راسب الفضة

---

2) 1 - بنتانول وبنتان (2014 / تمهيدي)

ج// وذلك بالتفاعل مع فلز Na وتحرر غاز H_2 مع الكحول اما البنتان فلا يتفاعل (او بتفاعل الاكسدة):



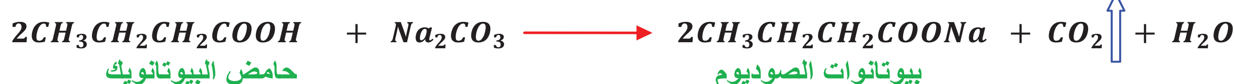


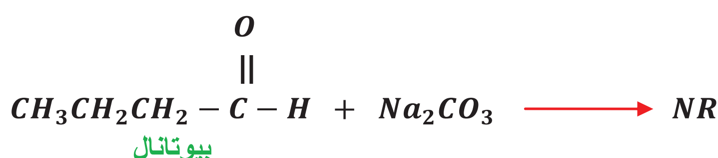
دليل حصول التفاعل هو تحرر فقاعات غاز H_2

---

3) بيوتانال وحامض البيوتانويك

ج// من خلال تفاعل الحامض مع كاربونات الصوديوم حيث الحامض يتفاعل ويحرر غاز CO_2 والالديهايد لايتفاعل ، او من تفاعل الاكسدة



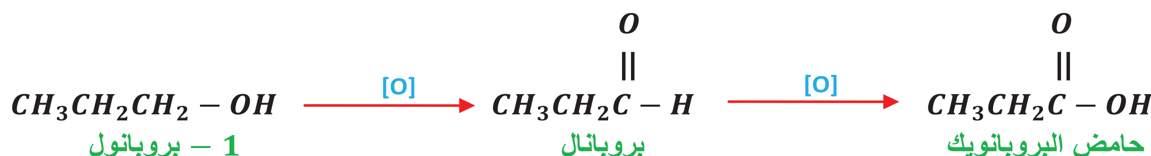


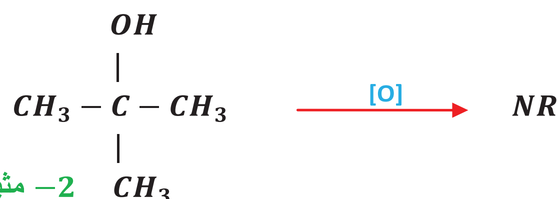
دليل حصول التفاعل هو تحرر فقاعات غاز CO_2

---

4) 2- مثيل – 2 – بروبانول و 1 – بروبانول

ج// من تفاعل الاكسدة حيث الكحول الاولي يتأكسد والثالثي لايتأكسد:

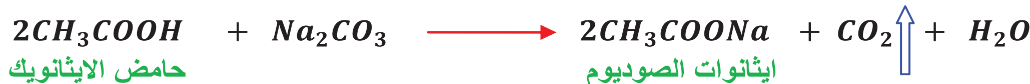


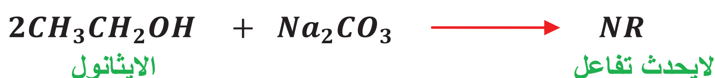


دليل حصول التفاعل من تغير لون الكرومات او البرمنغنات

5) الايثانول وحامض الايثانويك

ج// بالاكسدة او من تفاعل كاربونات الصوديوم:





دليل حصول التفاعل هو تحرر فقاعات غاز CO_2

6) اثيل امين والايثان

ج// الامين يتفاعل مع الحوامض اما الايثان فلا يتفاعل:





دليل حصول التفاعل هو تغير لون الدليل مع الامين

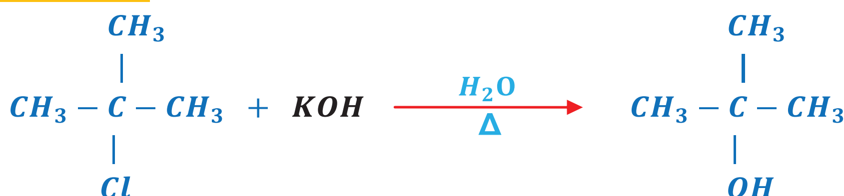
ملاحظة

1) في اي تفاعل تمييز بين بين مركبين يجب ان يتفاعل احدهما مع الكاشف اما الاخر فلا يتفاعل .

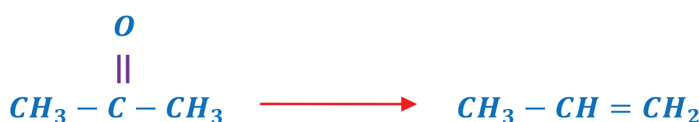
2) في تفاعل التمييز او الكشف وعندما يحصل التفاعل مع احد المادتين يجب ان يلاحظ ذلك وبالعين المجردة مثال تكون راسب (تولن وفهلنك) ، او تحرر غاز كتحرر غاز CO_2 في تفاعل الحوامض مع الكاربونات والبيكاربونات وتحرر غاز H_2 في تفاعل الكحولات مع فلز Na ، او تغير لون المحلول كما في تفاعل الاكسدة للكحولات وتغير لون الكرومات او البرمنغنات .

14-7 وضح بمعادلات كيميائية كيف تحدث التحولات الاتية: (الاجابة باللون الاسود)

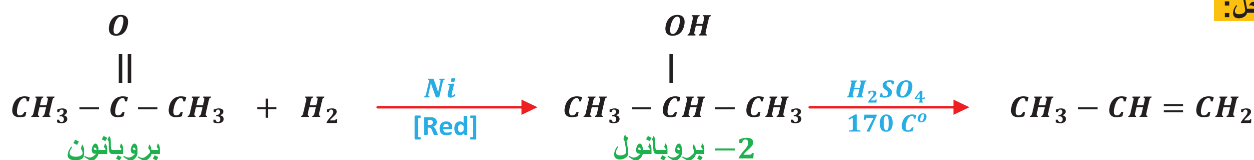
1)



2)



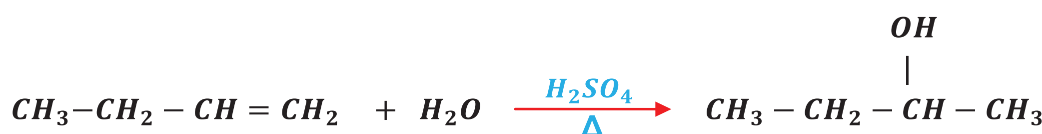
الحل:



3)



الحل:





15-7

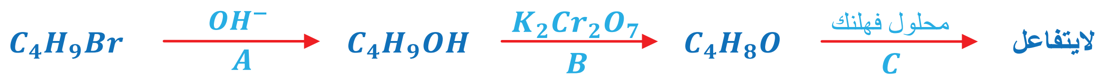
اكتب الاسم والصيغة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطي:

أ) ايثانال　　ب) 2 – مثيل بروبانال　　ج) 2 – بيوتانون

أ) ايثانول	ب) 2 – مثيل –1 – بروبانول	ج) 2 – بيوتانول
$CH_3CH_2CH_2-OH$	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$

16-7

ادرس مخطط التفاعل التالي واجب عن الاسئلة التي تليه:



أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من: A و B و C .

ب) اعطِ اسماء كل من : A و B و C .

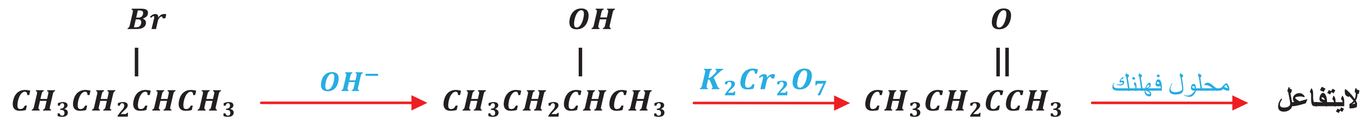
ج) ايهما اعلى درجة غليان C ام B ، لماذا ؟

د) اكتب صيغة بنائية اخرى للمركب B لايتأكسد بوساطة $K_2Cr_2O_7$ المحمضة .

الحل:

أ) الصيغ البنائية:

بما ان المركب C لايتفاعل مع محلول فهلنك لذا فهو كيتون ، والمركب B هو كحول ثانوي ، والمركب A هو هاليد ثانوي



ب) التسمية:

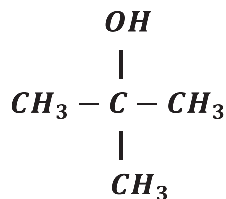
(A) 2– بروموبيوتان　　(B) 2– بيوتانول　　(C) 2– بيوتانون

ج) درجة الغليان:

المركب B اعلى درجة غليان من المركب C ، اي الكحولات اعلى درجة غليان من الكيتونات بسبب قابليتها على تكوين الاواصر الهيدروجينية البينية (الضمنية) بين جزيئاتها .

د) صيغة بنائية ثانية للمركب B:

بما ان المركب B هو كحول ثانوي لذلك فأن الكحول الذي لايتأكسد هو الكحول الثالثي:



(2– مثيل 2– بروبانول)

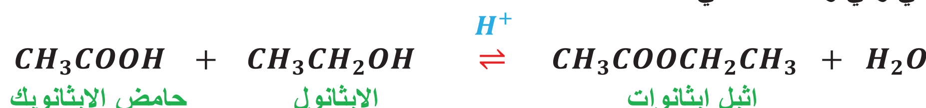
17-7

يتفاعل اثنان من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي ، لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته $C_4H_8O_2$ حدد المركبين ، ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية .



الحل:

بما ان الصيغة العامة للمركب هي $C_4H_8O_2$ ، لذا فالمركب هو استر او حامض كاربوكسيلي ، ولكن له رائحة مقبولة اي هو استر ، ويحضر الاستر من تفاعل الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول اي من تفاعل حامض الايثانويك مع كحول الايثانول اي المركب (3) و(4) والتفاعل انعكاسي وفي وسط حامضي :



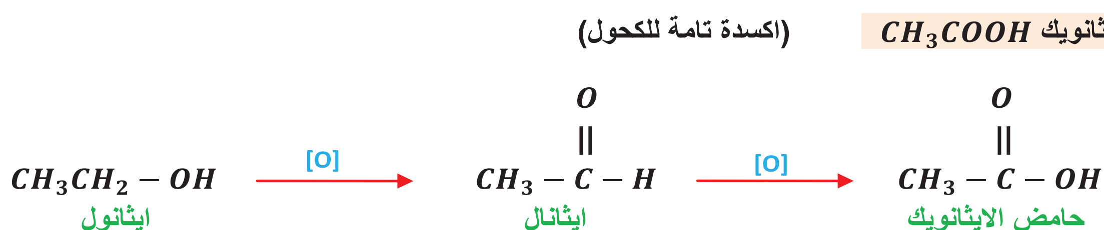
18-7

اكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المواد التالية ، مبتدأً من الايثانول واي مواد غير عضوية او عضوية مناسبة:



الحل:

أ) حامض الايثانويك CH_3COOH (اكسدة تامة للكحول)



ب) اثيل ايثانوات $CH_3COOCH_2CH_3$ (من تفاعل الاسترة بتفاعل كحول الايثانول مع حامض الايثانويك)



ج) كلورو ايثان CH_3CH_2Cl (من تفاعل الايثانول مع PCl_3) (2014 /د 1 - خاص)



د) اثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl (تحضير الهاليد اولاً ثم الكاشف)





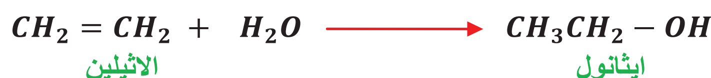


7-19 مبتدئاً من الاثيلين بين بالمعادلات تحضير كل من: (2015 / د1 - خارج القطر- ب و ج)

أ) الايثانال ب) اثيل كلوريد المغيسيوم ج) اثيل هكسانوات

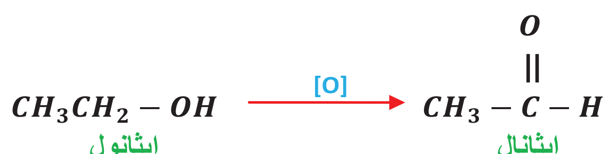
الحل:

أ) الايثانال (اضافة الماء للاثيلين لينتج الكحول ثم الاكسدة)



$$CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2 - OH$$

الاثيلين ايثانول



$$CH_3CH_2 - OH \xrightarrow{[O]} CH_3 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H$$

ايثانول ايثانال

ب) اثيل كلوريد المغيسيوم (تحضير الهاليد اولاً ثم الكاشف)



$$CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2 - Cl$$

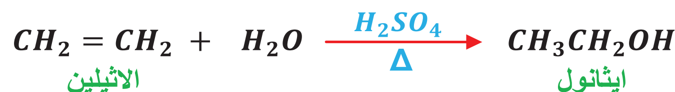
الاثيلين كلورو ايثان



$$CH_3CH_2 - Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2 - MgCl$$

كلورو بروبان اثيل كلوريد المغنيسيوم

ج) اثيل هكسانوات (تحضير كحول الايثانول من الاثيلين ثم مفاعلة الكحول مع حامض الهكسانويك) (2018 / د1 - خ ق)
اثيل بروبانوات



$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

الاثيلين ايثانول



$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$$

حامض الهكسانويك الايثانول اثيل هكسانوات

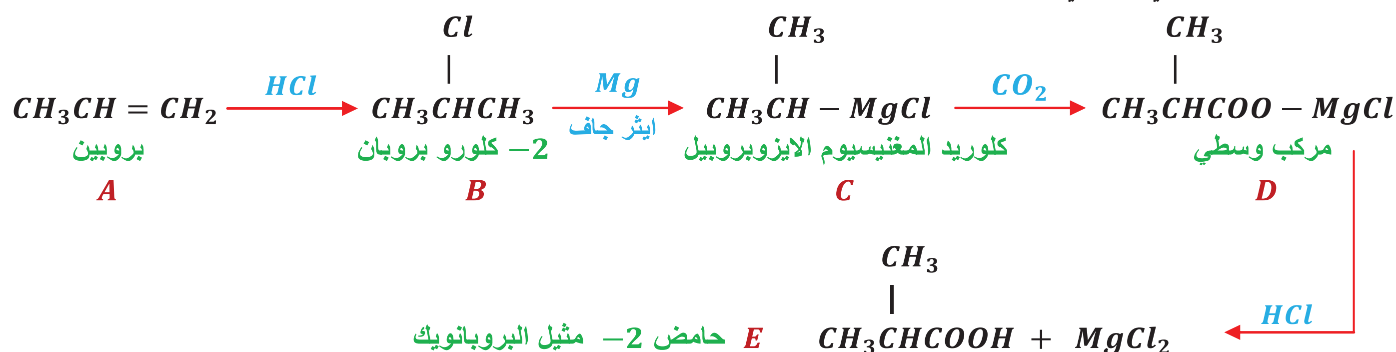
7-20 استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان مركب A عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون: (2013 / د3 – يحتوي على ذرتي كاربون)(2016 / د3) (2017 / د1 - خ ق)



$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

الحل:

من المعادلة نستنتج ان المركب A الكين ، والمركب B هاليد الكيل ، والمركب C كاشف كرينيارد ، والمركب D مركب وسطي و E حامض كاربوكسيلي وكالاتي:



$$CH_3CH = CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3\underset{}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H}CH_3 \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H - MgCl \xrightarrow{CO_2} CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCOO - MgCl$$

بروبين (A) — 2- كلورو بروبان (B) — كلوريد المغنيسيوم الايزوبروبيل (C) — مركب وسطي (D)

$$\xrightarrow{HCl} CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCOOH + MgCl_2$$

E حامض 2- مثيل البروبانويك

21-7

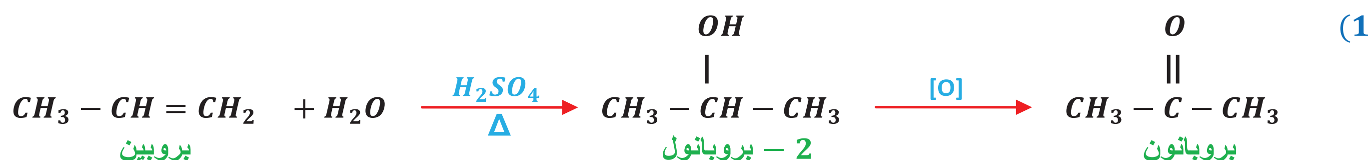
عبر بصيغ تركيبية وبالمعادلات الكيميائية لكل من:

1) التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم اكسدة الناتج .

2) مبتدأً بالايثانال وما تحتاج اليه حضر الايثان وكذلك اثيل الامين .

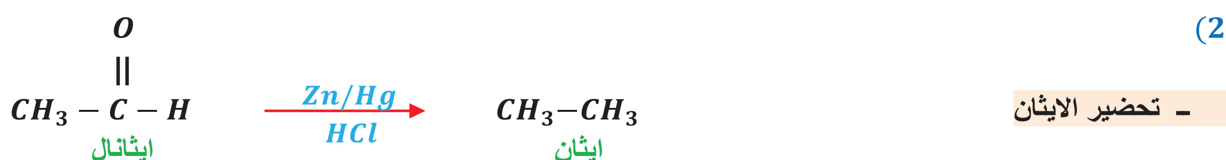
الحل:

1)

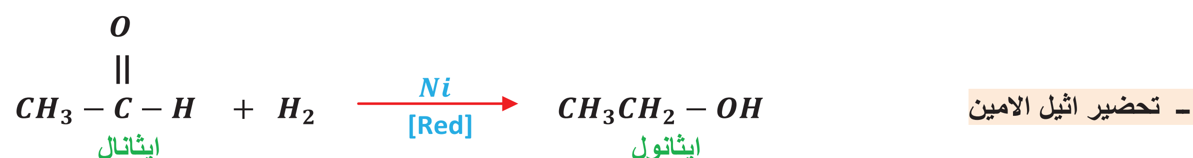


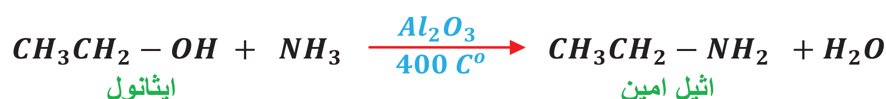
2)

- تحضير الايثان



- تحضير اثيل الامين





22-7

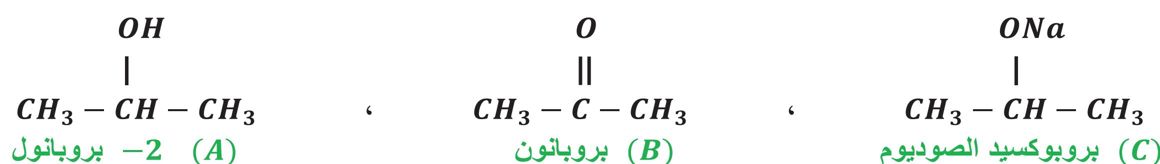
يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك . وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A) .

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A و B و C . (2013 د2) (2015 د3)

الحل:

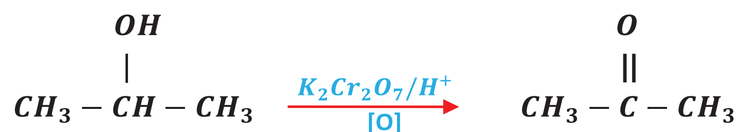
بما ان المركب A يتأكسد فهو كحول ، وبما ان المركب B لايعطي كشف فهلنك لذلك فهو كيتون والمركب A كحول ثانوي ، اما المركب C فهو كوكسيد .

1) الصيغ البنائية:

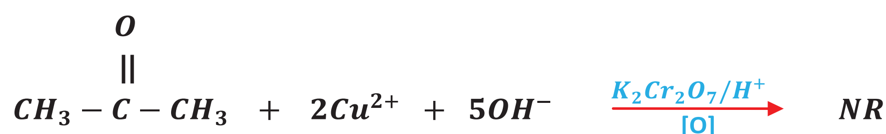




2) المعادلات الكيميائية:



$$CH_3-\underset{\underset{}{}}{\overset{\overset{OH}{|}}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$$



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Cu^{2+} + 5OH^- \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} NR$$



$$CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow{Na} CH_3-\overset{\overset{ONa}{|}}{CH}-CH_3$$



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow[{[Red]}]{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3$$

مجموعة من الاسئلة الوزارية:

1) مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات (2014 /د 1)

2) اكتب تفاعلات برومو ايثان مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH مرة في وسط مائي ومرة في وسط كحولي . (2014 /د 1)

3) مبتدئاً من الايثانول وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك . (2014 /د 2)

4) حضر اثيل امين من الاثيلين . (2015 /تمهيدي)

5) حضر حامض الايثانويك من بروميد المثيل . (2015 /د 1) (2016 /د 1)

6) من الميثانول حضر مثيل امين . (2017 /د 1)

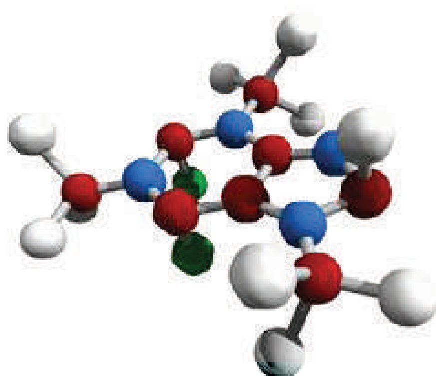
7) من بروميد المثيل (برومو ميثان) وما تحتاج اليه حضر حامض الايثانويك . (2018 /د 1)

8) حضر اثيل بروبانوات من الاثيلين . (نحول الاثيلين الى كحول او نحوله الى هاليد)

الفصل الثامن

الكيمياء الحياتية

اعداد الاستاذ حبيب الجنابي



2020



الكيمياء الحياتية

تعريفها: هي العلم الذي يعني بكيمياء التراكيب الحيوية في اجسام المخلوقات الحية ، ويدرس التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الانسان او اجسام المخلوقات الحية ، حيث يربط هذا العلم بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوظيفي لتلك المخلوقات .

س/ ما هي الاصناف الرئيسية للمواد الغذائية التي يحتاجها الكائن الحي ؟
ج/ 1) الكاربوهيدرات 2) البروتينات 3) الدهون

الكاربوهيدرات:

وهي مركبات عضوية تحتوي على عنصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين وفيها نسبة الاوكسجين مرتفعة ولها الصيغة التركيبية $(CH_2O)_n$ او $C_n(H_2O)_n$ اي كل ذرة كاربـــون مرتبطة بجزيئة مـــاء لذلك سميت كاربوهيدرات وهي مشتقة من كاربون ومـــاء (هيدرات) .

ملاحظة:
غالباً ما تكون الكاربوهيدرات على شكل سلاسل كاربونية مستمرة قابلة للالتفاف وتشكيل جزيئات ذات سلاسل كاربونية حلقية ، ويكون كلا التركيبان المستمر والحلقي في حالة اتزان مستمر .

اقسام الكاربوهيدرات:

1) الكاربوهيدرات البسيطة
2) الكاربوهيدرات المعقدة

اصناف الكاربوهيدرات : (2016 /د2- عدد مع مثال)

1) الكاربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثال الكلوكوز والفركتوز .
2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثال السكروز المالتوز واللاكتوز . (2018 /د 2 – مثال)
3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) كالنشأ والسيليلوز .

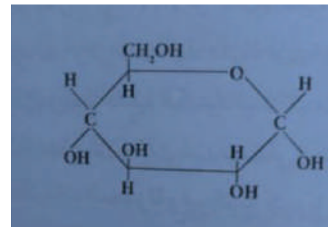
1) الكاربوهيدرات احادية التسكر:
وهي من ابسط انواع الكاربوهيدرات وصيغتها الجزيئية $C_6H_{12}O_6$.

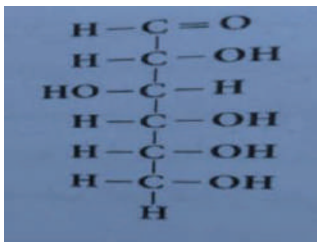
أ) سكر الكلوكوز او سكر العنب:
وجوده: يوجد في الطبيعة كما يوجد في فاكهة العنب .

اهميتهُ: له استعمالات طبية في تغذية المرضى واسعافهم خلال العمليات الجراحية وفي الحالات التي لا يتناول فيها المريض غذاءً كافياً عن طريق الفم .

الصيغة الجزيئية: $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$

الصيغة التركيبية (البنائية): 1) الصيغة الحلقية(المغلقة): 2) الشكل المستمرة (المفتوحة):







صفاته: (الكلوكوز المفتوح)

1) عبارة عن بلورات صلبة .
2) له درجة غليان عالية ، **علل ذلك** ؟ بسبب تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين ذرات الهيدروجين ومجاميع الهيدروكسيل (القطبية)
3) شده ذوبانه في الماء ، **علل ذلك** ؟ بسبب تكوينه اواصر هيدروجينية مع الماء .
4) الصفات الكيميائية للكلوكوز مشابهة لخواص الكحولات ، **علل ذلك** ؟ بسبب احتوائه على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل .
5) الصفات الكيميائية للكلوكوز مشابهة لخواص الالديهايدات ، **علل ذلك** ؟ بسبب احتوائه على مجموعة الديهايد واحدة ، لذلك يتأكسد بالتفاعل مع محلول تولن وفهلنك .

ب) سكر الفركتوز (سكر الفواكه):

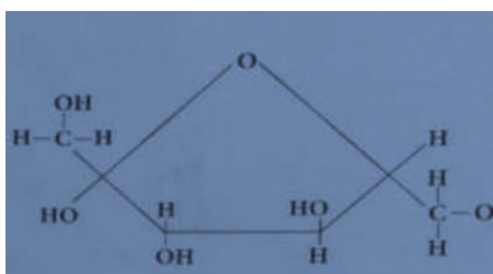
وجوده: يوجد في العسل ومعظم الفواكه .

الصيغة الجزيئية: $C_6H_{12}O_6$ وهي تشبه صيغة الكلوكوز

الصيغة التركيبية (البنائية):

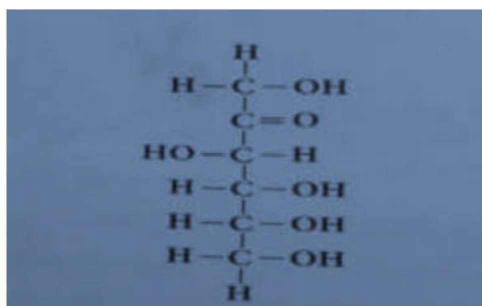
1) الصيغة الحلقية(المغلقة):

عبارة عن ايثر $(C-O-C)$ ويحوي على مجاميع هيدروكسيل ، لذلك يشبه الايثرات والكحولات في تفاعلاتها .



2) الشكل المستمرة (المفتوحة):

عبارة عن كيتون ويحوي على مجاميع الهيدروكسيل ، لذلك يشبه الكيتونات والكحولات في تفاعلاتها



ملاحظة: الشكل المفتوح للكلوكوز الديهايد اما الفركتوز فيعد كيتوناً .

س/ يُعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة ، علل ذلك ؟ (من اسئلة الفصل)
ج/ بسبب قابلية الفركتوز للتأكسد على العكس من الكيتونات ، حيث يتأكسد بمحلول فهلنك او تولن ، امـــا الكيتونات فلا تتأكسد واحتوائه على مجموعة الهيدروكسيد OH^- والكاربونيل $-\overset{|}{C}=O$.

2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (الثنائية): (2016 /د 1- عرف)

وهي الكاربوهيدرات التي تتكون من ارتباط جزيئتين من السكر الاحادي متماثلتين او مختلفتين بعد فقدان جزيئة ماء ، مثال السكروز .

الصيغة الجزيئية: $C_{12}H_{22}O_{11}$

استخلاصه: يستخلص من نبات القصب لذلك يدعى بسكر القصب .

تركيبه: يتكون من جزئ كلوكوز وجزئ فركتوز مرتبطين ببعضهما بأصرة كلايوكسيدية تنشأ بأنتزاع جزئ ماء منها ، ولكن من السهل تحلل السكروز في عملية الهضم داخل جسم الكائن الحي . (2016 /د 2- خ ق- يتكون السكروز من وحدات صغيرة هي ....)



كلوكوز + فركتوز ← سكروز

---

3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر:

أ) النشأ:

وهو من الكاربوهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز ، مثال البطاطا . (2017 /د3 - عرف)

الكشف عن النشأ: (2019 /د1- خ ق)

وذلك بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ . (2016 /د 2) (2017 /د 1- موصل) (2017 /د 2) (2017 /د 2 – خارج القطر) (2017 /د3- موصل)

ب) السليلوز:

1) يتكون السليلوز من بوليمر ضخم للكلوكوز ، والكلوكوز هو الوحدة الاساسية له .

2) الوحدة الاساسية لكل من النشأ والسليلوز هي الكلوكوز ، ويختلفان في الشكل والخواص بسبب اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منهما واختلاف ترابطها مع بعضها ، علل ذلك ؟

3) يوجد في قشور بعض ثمار الفواكه كالتمر .

4) يمكن تفكيك الجزيئات الكبيرة كالنشأ والسليلوز الى مكوناتها من الكلوكوز وذلك بفعل الحوامض او بعض الانزيمات (كما في هضم الطعام) .



نشا او سليلوز → كلوكوز

البروتينات:

تعريفها: وهي مركبات عضوية معقدة تتكون من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية بالاواصر الاميدية (الببتيدية) بعد فقدها جزيئة ماء وتتكون البروتينات من عنصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين واحياناً عنصر الكبريت والفسفور .

اهميتها: تساهم في بناء انسجة المخلوقات الحية حيث تدخل في تركيب جميع الخلايا الحية .

مصدرها: الاجسام الحية متمثلة بالنبات والحيوان .

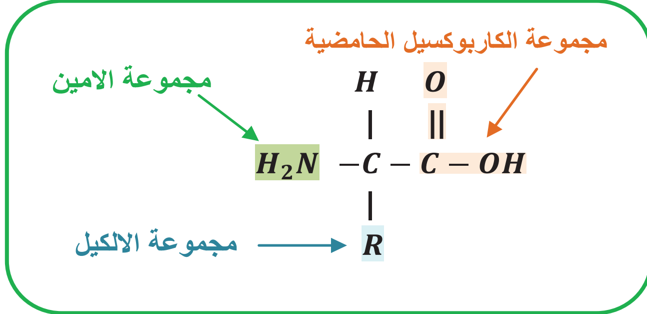
س/ يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة ، علل ذلك ؟ (من اسئلة الفصل)

ج/ وذلك نظراً لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية .



الاحماض الامينية:

وهي الوحدة الاساسية لبناء البروتين ، وتختلف الاحماض الامينية فيما بينها بمجموعة الالكيل R ، وعددها عشرون حامض اميني ، وتمثل بالصيغة البنائية العامة الاتية : (2017/ د 2- موصل) (2017/ د 1- خ ق) (2019/ د1- خ ق)



س/ ما المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيها جميع الاحماض الامينية ؟ (2015/ د 2- الصيغة العامة والمجموعتان الوظيفيتان)

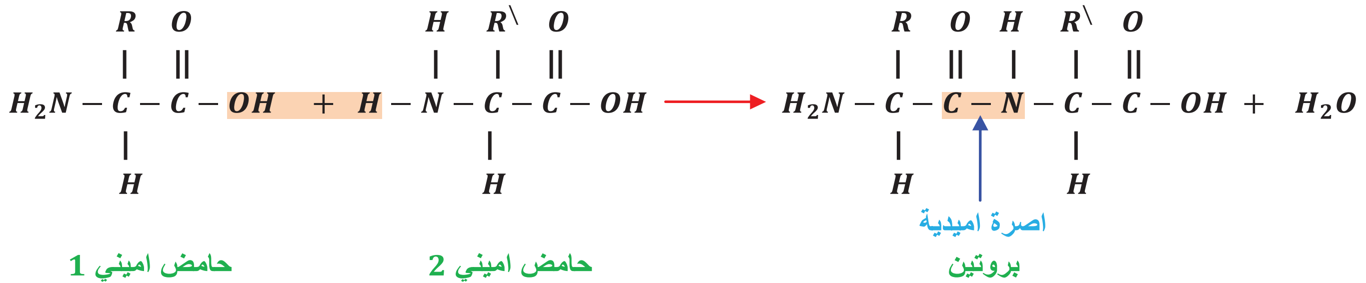
ج/ 1) مجموعة الكاربوكسيل $(-COOH)$ 2) مجموعة الامين $(-NH_2)$

س/ ما الاثر الكيميائي لكل مجموعة على صفات الحامض الاميني ؟

ج/ الحامضية بسبب مجموعة $(-COOH)$ ، والقاعدية بسبب مجموعة $(-NH_2)$.

تكوين البروتين:

يتكون البروتين من ارتباط اعداد كبيرة من وحدات بنائية صغيرة هي (الاحماض الامينية) بعد فقدان جزئ ماء لكل نقطة ارتباط وترتبط بأواصر تدعى الاواصر الاميدية (الببتيدية) مكونة سلسلة طويلة من الجزيئات (بوليمر):



التفاعلات الاساسية للبروتينات:

معظم تفاعلات البروتينات تشمل تجزئة البروتين الى اجزاء صغيرة مكونة من واحد او اكثر من الاحماض الامينية نتيجة فك الاصرة الاميدية :

1) يتجزء البروتين عند اضافة حامض غير عضوي مثل HCl (كما في المعدة عند هضم البروتين بفعل التأثير الحامضي) .

2) ويمكن تجزئة البروتين الى املاح الاحماض الامينية بالتفاعل مع القواعد غير العضوية مثال $NaOH$.

ملاحظة

1) تفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد يدل على للبروتينات صفات امفوتيرية . (2018/ د 1- خ ق - فراغ)

2) تختلف البروتينات بعضها عن بعض بأختلاف انواع الاحماض الامينية واعدادها وترتيبها مما يجعلها تختلف ايضاً في وظائفها .

تمرين 8-1 علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية) (*amphoteric*) .

ج// (2014 /د 1) (2016 /د 1) (2017 /د 1- موصل) (2018 /د 2)

وذلك لانها تتفاعل مع الحوامض والقواعد بسبب ان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض ولذلك البروتينات تعد امفوتيرية.

اشكال البروتينات:

1) بروتينات تتخذ شكلا خيطياً (ليفياً) كما في الكرياتين في الشعر والصوف .
2) بروتينات شبه كروية كما في البيض .

وظائف البروتينات:

تقوم البروتينات بوظائف اساسية في اجسام المخلوقات الحية وتعتمد الى حد كبير على الشكل العام للجزيئات (نوع مكوناتها وتركيبها) واي تأثير يغير من الشكل العام للبروتينات يعطلها عن عملها .

امثلة عن البروتينات:

الانزيمات ، الهرمونات ، الهيموغلوبين في الدم .

الانزيمات:

تعريفها: (2016 / تمهيدي) (2019 / تمهيدي / تعريفها وصفاتها وانواعها) (2019 /د1- تعريفها وصفاتها)

وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .

وظائفها (عملها) :-

تعمل كعوامل مساعدة للتقليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (اي تقلل من طاقة التنشيط) .

خواصها: (2016 /د 3) (2016 /د 3)

1) تتلف بالحرارة .
2) تعمل ضمن نطاق معين .
3) تفقد فاعليتها بمرور الزمن .
4) تتجدد بأستمرار .

س/ تتجدد الانزيمات بأستمرار في خلايا الكائن الحي ، علل ذلك ؟

ج/ لانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية .

انواعها: (2013 /د 2) (2015 /د 1) (2016 /د 2) (2017 /د3- انواعها وصفاتها)

1) الانزيمات الداخلية: (2014 /د 3 – عرف) (2017 /د 1- خ ق) (2018 /د 2- خ ق)

وهي احدى انواع الانزيمات وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية .

2) الانزيمات الخارجية: (2015 /د 1- خ ق) (2016 /د 3) (2018 / تمهيدي) (2019 /د3- فراغ المثال)

وهي احدى انواع الانزيمات ويكون عملها خارج الخلية (اي بعد افرازها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة .



الدهون:

انواعها:

1) الزيوت النباتية: توجد في بذور النباتات مثل القطن والذرة والسمسم وفي بعض الثمار مثل الزيتون وجوز الهند .
2) الشحوم الحيوانية: وتوجد في جميع خلايا جسم الكائن الحي .

اهميتها:

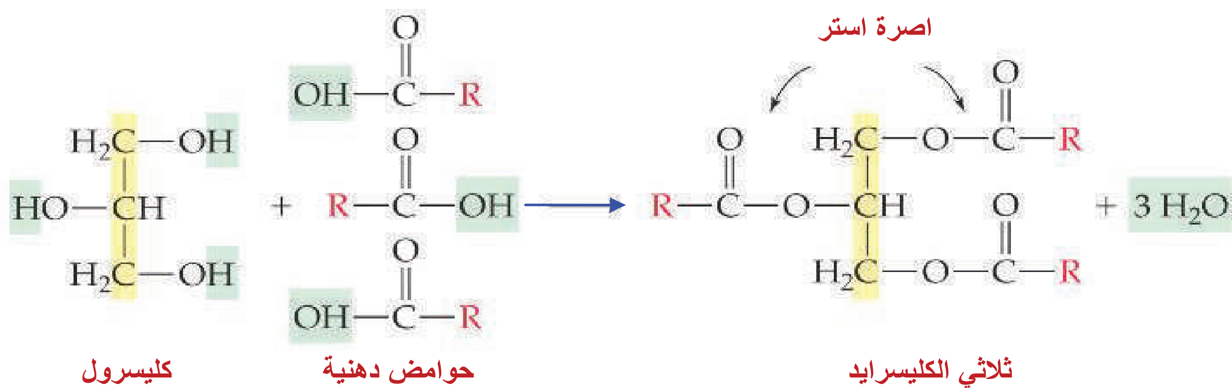
1) تعد المادة الاساس التي يخزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة ، حيث هضمها واكسدتها يؤدي الى تحرر كميات كبيرة من الطاقة ، حيث تمثل الطاقة الكامنة المخزونة في جسم الكائن الحي .
2) لها اهمية اقتصادية حيث تدخل في صناعة الصابون والاصباغ والشموع .

خواصها: (2013 / تمهيدي)

1) لاتذوب في المذيبات القطبية كالماء ، لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالايثر والكلوروفورم $CHCl_3$.
2) تكون الدهون (الزيوت والشحوم) ذات ملمس دهني .
3) تكون الزيوت النباتية سائلة في درجة حرارة الغرفة امـــا الشحوم فتكون صلبة .

تركيبها:

الدهون عبارة عن الاستر الثلاثي للكليسرول مع الحوامض الشحمية والتي تتكون من سلسلة هيدروكاربونية طويلة $(C_{24} - C_{12})$ ولها مجموعة كاربوكسيلية طرفية ، ويدعى هذا التركيب بثلاثي الكليسيرايد .

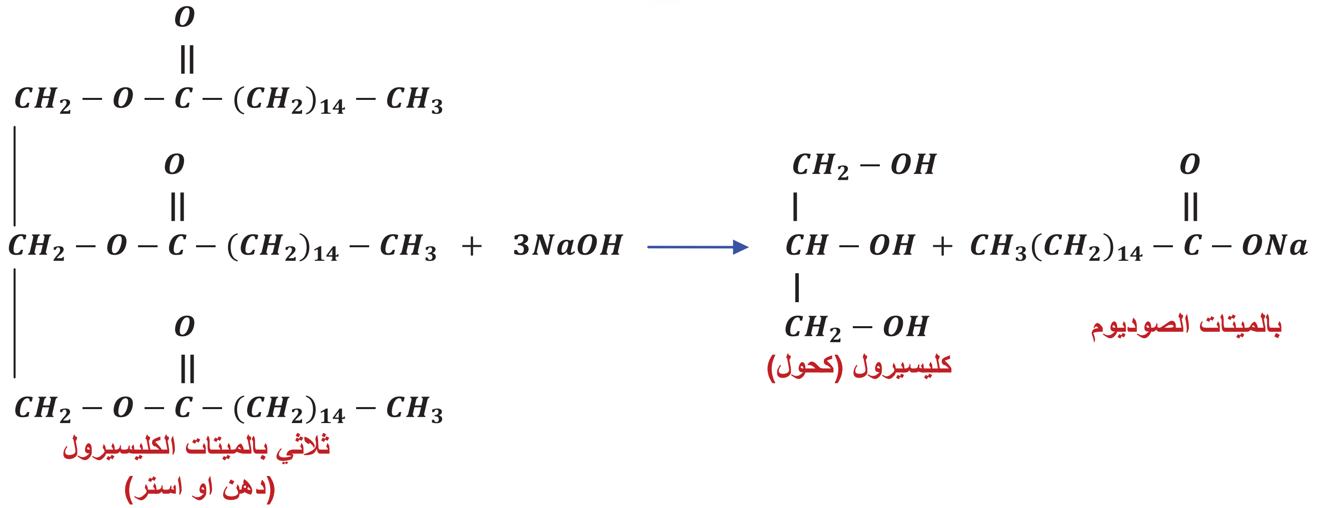


الصابون:

هو ملح الصوديوم او البوتاسيوم لحامض دهني .

س/ كيف يتم عمل الصابون (الصوبنة) ؟

ج/ تتم عملية الصوبنة بفعل القواعد القوية مثل $NaOH$ او KOH مع الزيت او الدهن ويضاف محلول لملح كلوريد الصوديوم فتتصلب مادة تتكون على شكل طبقة سميكة ترشح من خلال قطعة قماش لينتج الصابون بعد غسله بالماء البارد لازالة بقايا الملح كما في المعادلات الاتية:



س/ علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟ (2013 د/ 1- خارج القطر) (2014 د/ 2)(2015 د/ 2) (2017 د/ 1)(2018 د/ 1- فراغات) (2019 / تمهيدي)

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن ، (2019 د/ 2) حيث استخدام $NaOH$ ينتج الصابون الصلب وهو الصابون العادي ، امـــــا استخدام KOH فينتج الصابون الطري او السائل المستخدم في الغسيل او كريم الحلاقة .

س/ علام تتوقف جودة الصابون ؟ (2013 د/ 2 – خاص/ عمل وجودة)

ج/ نوع الدهون المستخدمة .

تمرين 2-8

لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم او البوتاسيوم في صناعة الصابون ؟

ج/ (2014 / تمهيدي) (2016 د/ 3) (2017 د/ 2 – خارج القطر) (2017 / د/ 3- موصل) (2018 د/ 1- خ ق)

لان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون بالماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين .

اسئلة الفصل الثامن

1-8 اختر الاجابة الصحيحة مما يلي:

1) اي المواد التالية ليس مصدرها بروتيناً:
أ) جزئ مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والكبريت .
ب) جزئ مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والنتروجين .
ج) مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد .

2) يتكون جزئ السكروز من وحدات صغيرة هي:
أ) كلوكوز ب) فركتوز ج) كلوكوز وفركتوز

3) اي من العناصر التالية لا يوجد في الحوامض الامينية:
أ) النتروجين ب) الفسفور ج) الاوكسجين د) الكاربون

4) اي من البوليمرات التالية تُعد الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (المونمر) لها:
أ) البروتينات ب) الكاربوهيدرات ج) اللبيدات (الدهون)



2-8 علل ما يأتي:

1) يُعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة . (2015/ د 2 - خ ق) (2017/ د 2) (2019/ د1)

ج/ بسبب قابلية الفركتوز للتأكسد على العكس من الكيتونات ، حيث يتأكسد بمحلول فهلنك او تولن ، امـــا الكيتونات فلا تتأكسد .

2) تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد . (2015/ د 1 - نازحين) (2018/ د 1)

وذلك لانها تتفاعل مع الحوامض والقواعد بسبب ان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض ولذلك البروتينات تعد امفوتيرية ، (مع الرسم) .

3) يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة . (2013/ د 1) (2014/ د 2) (2016/ د 3) (2017/ د 1)

ج/ وذلك نظراً لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية . (2017/ د 2- موصل)(2018/ د 2- خ ق) (2019/د3)

3-8 اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز ، فكيف يمكنك التميز بينهما في المختبر ؟

ج/

وذلك بأضافة قطرات من محلول يوديد البوتاسيوم الى كلا المحلولين فالذي يعطي لون ازرق دلالة على انه نشأ والذي لايعطي لون ازرق فهو كلوكوز .

4-8 اكمل الجدول الاتي:

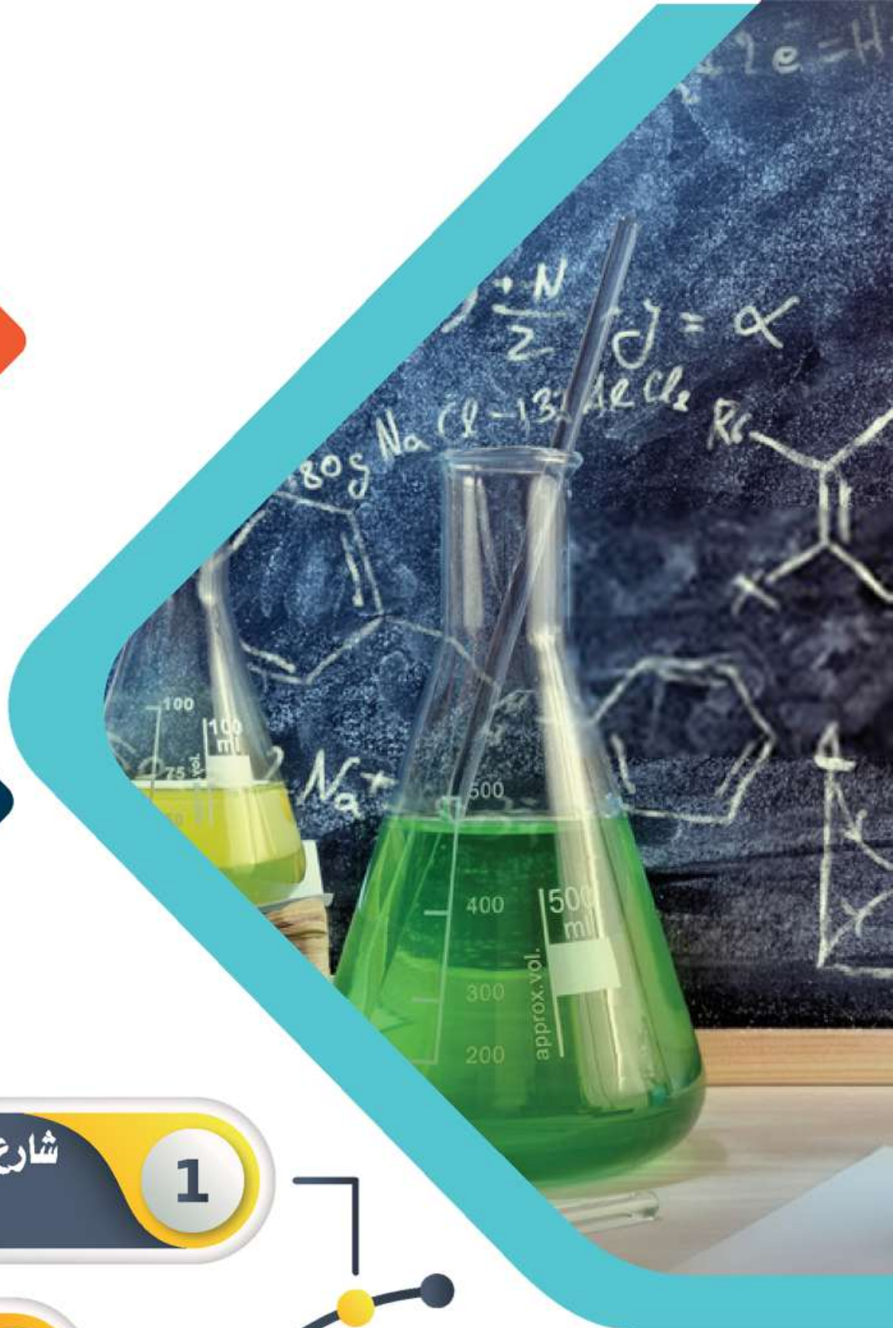
وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$
الصيغة البنائية المفتوحة	H—C=O H—C—OH HO—C—H H—C—OH H—C—OH H—C—OH H	H H—C—OH C=O HO—C—H H—C—OH H—C—OH H—C—OH H
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة	مجموعة الديهايد $-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$ ومجموعة هيدروكسيل $-OH$	مجموعة كيتون $-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-$ ومجموعة هيدروكسيل $-OH$
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)	مجموعة ايثر $-O-$ ومجموعة هيدروكسيل $-OH$	مجموعة ايثر $-O-$ ومجموعة هيدروكسيل $-OH$

والحمد لله رب العالمين


اشترك بصفحة الطابعي على فيس بوك
مكتب الطابعي-Al-Tabaay office
أو التقط هذا الباركود


اشترك بقناة الطابعي على المعرف
@altabaay5
أو التقط هذا الباركود


الطابعي
احدث الملازم
لأكفأ المدرسين
الطابعي



1242



1 1242